

AUGUSTO CESAR SVOLENSKI

**ASPECTOS FITOSSOCIOLOGICOS E PEDOLÓGICOS  
DE TRÊS SUPERFÍCIES DE AGRADAÇÃO DO RIO  
GUARAGUAÇU, LITORAL DO PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação  
em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias  
da Universidade Federal do Paraná, como requisito  
parcial para a obtenção do grau e título de Mestre  
em Ciências Florestais.

Orientadores:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Yoshiko Saito Kuniyoshi (UFPR)

Prof. Dr. Sandro Menezes Silva (UFPR)

M.Sc. Marcos Fernando Glück Rachwal -  
(EMBRAPA/Florestas)

CURITIBA  
2000



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

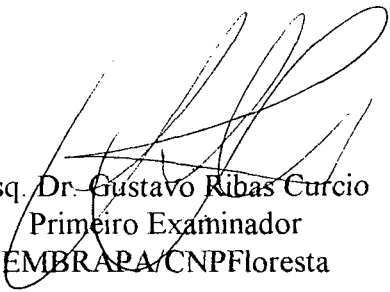
**PARECER DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 297**

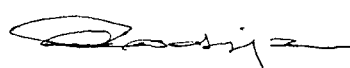
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **AUGUSTO CESAR SVOLENSKI**, sob o título "**ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS E PEDOLÓGICOS DE TRÊS SUPERFÍCIES DE AGRADAÇÃO DO RIO GUARAGUAÇU, LITORAL DO PARANÁ**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.

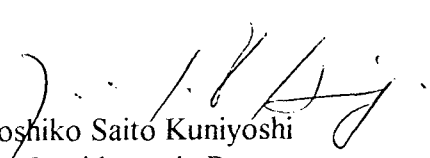
Após haver analisado o referido trabalho e argüido ao candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 28 de abril de 2000



  
Pesq. Dr. Gustavo Ribas Curcio  
Primeiro Examinador  
EMBRAPA/CNPFloresta

  
Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan  
Segundo Examinador  
UFPR

  
Profª. Drª. Yoshiko Saito Kuniyoshi  
Orientadora e Presidente da Banca  
UFPR

Dedico este trabalho, com amor, à  
minha esposa Adriane e ao meu filho Matheus,  
pela compreensão, paciência e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade concedida e pelas condições para a realização deste trabalho;

À CAPES, pela bolsa de estudos recebida;

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Yoshiko Saito Kuniyoshi, pela confiança e incentivo;

Ao Prof. Carlos Vellozo Roderjan, pela inestimável amizade e conselhos durante todos estes anos de convivência;

Ao Pesquisador M.Sc. Marcos Fernando Glück Rachwal (EMBRAPA/Florestas), pelas críticas precisas e pela sua disposição durante todas as fases deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Sandro Menezes Silva, pela identificação do material botânico e sugestões;

Ao Clube Náutico Guaraguaçu, na pessoa de seu administrador, senhor Paulo Merética, pelo interesse e imprescindível ajuda na concessão de livre acesso às dependências do CNG e cessão da embarcação;

À Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná-FUPEF pelo motor do barco;

Ao Eng. Florestal Andreas Kleina o “Brahma”, “delicado” piloto com quem convivi durante muitas fases de campo;

Ao acadêmico de Engenharia Florestal Paulo Ricardo Svolenski, que aceitou a função de ajudante de campo porque, provavelmente, não conhecia as condições da área de estudo, pelo seu empenho e companheirismo durante os trabalhos de campo;

Ao Alexandre Uhlmann, com quem enfrentei caçadores na madrugada, tiroteio *à la Vietnam* e aquela maldita perereca risonha durante as noites de acampamento;

Aos amigos Eng. Florestais M.Sc. Gilberto Tiepolo e Antônio Luiz Zilli, pelo incentivo e força nos momentos críticos;

Ao Pesquisador M.Sc. Gustavo Ribas Curcio (EMBRAPA/Florestas), pelo seu interesse e disposição em acompanhar o trabalho e pelas sugestões;

Aos meus pais, pelo apoio e interesse;

A todos os amigos e colegas que, de diversas formas, estiveram presentes neste trabalho, mesmo que eu não os tenha mencionado nesta breve lista, meu muito obrigado.

# SUMÁRIO

SUMÁRIO .....	iii
LISTA DE TABELAS .....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 A PLANÍCIE LITORÂNEA.....	3
2.2 PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO.....	7
2.3 HIDROSSERE .....	10
2.4 GEOMORFOLOGIA FLUVIAL .....	13
2.5 ANÁLISE DE GRADIENTE.....	15
2.6 LEVANTAMENTOS FITOSSOCIOLÓGICOS.....	16
2.7 TRANSEÇÕES .....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 SELEÇÃO DA ÁREA.....	23
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	23
3.3 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO.....	26
3.4 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO .....	28
3.5 COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO .....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....	29
4.2 SOLOS .....	29
4.3 RESULTADOS FITOSSOCIOLÓGICOS.....	37
4.4 A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES AO LONGO DAS TRANSEÇÕES.....	52
4.5 A PRESENÇA DE MÚLTIPLOS FUSTES.....	56
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	61
ANEXOS.....	64
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Curva 1: classificação de solos.....	30
<b>Tabela 2</b> – Curva 1: resultados granulométricos.....	30
<b>Tabela 3</b> – Curva 1: resultados químicos.....	31
<b>Tabela 4</b> – Curva 2: classificação de solos.....	32
<b>Tabela 5</b> – Curva 2: resultados granulométricos.....	33
<b>Tabela 6</b> – Curva 2: resultados químicos.....	34
<b>Tabela 7</b> – Curva 3: classificação de solos.....	35
<b>Tabela 8</b> – Curva 3: resultados granulométricos.....	35
<b>Tabela 9</b> – Curva 3: resultados químicos.....	36
<b>Tabela 10</b> – Curva 1: número de indivíduos, número de espécies, percentual de espécies, percentual de importância e percentual de cobertura por família.....	38
<b>Tabela 11</b> – Curva 1: número de indivíduos, densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância por espécie.....	39
<b>Tabela 12</b> – Curva 1: análise de variância para os parâmetros fitossociológicos.....	40
<b>Tabela 13</b> – Curva 1: comparação de médias para o parâmetro altura (H) pelo teste de Tukey entre as parcelas .....	40
<b>Tabela 14</b> – Curva 2: número de indivíduos, número de espécies, percentual de espécies, percentual de importância e percentual de cobertura por família.....	41
<b>Tabela 15</b> – Curva 2: número de indivíduos, densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância por espécie.....	42
<b>Tabela 16</b> – Curva 2: análise de variância para os parâmetros fitossociológicos.....	44
<b>Tabela 17</b> – Curva 3: número de indivíduos, número de espécies, percentual de espécies, percentual de importância e percentual de cobertura por família.....	44
<b>Tabela 18</b> – Curva 3: número de indivíduos, densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância por espécie.....	45
<b>Tabela 19</b> – Curva 3: análise de variância para os parâmetros fitossociológicos .....	47
<b>Tabela 20</b> – Curvas 1, 2 e 3: distribuição do número de espécies, gêneros e famílias.....	47
<b>Tabela 21</b> – Curvas 1, 2 e 3: distribuição do número de espécies e de indivíduos por família..	48
<b>Tabela 22</b> – Curvas 1, 2 e 3: índices de similaridade.....	48
<b>Tabela 23</b> – Curvas 1, 2 e 3: índices de diversidade e de equidade.....	49

<b>Tabela 24</b> – Curvas 1, 2 e 3: parâmetros fitossociológicos gerais.....	50
<b>Tabela 25</b> – Curvas 1, 2 e 3: análise de variância para os parâmetros fitossociológicos.....	50
<b>Tabela 26</b> – Curvas 1, 2 e 3: teste de comparação de médias para o parâmetro densidade absoluta.....	50
<b>Tabela 27</b> – Curvas 1, 2 e 3: teste de comparação de médias para o parâmetro altura média.	51

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Principais formas geomorfológicas do canal fluvial de padrão meandrante.....	14
<b>Figura 2</b> – Mapa de localização da área de estudo.....	24
<b>Figura 3</b> – Distribuição das parcelas sobre as superfícies de agração, nas três curvas e pontos de coleta de amostras de solo. ....	27
<b>Figura 4</b> – Perfis esquemáticos da vegetação. ....	51
<b>Figura 5</b> – Curva 1: valor de cobertura de <i>Myrcia insularis</i> , <i>Marlierea tomentosa</i> e <i>Tabebuia cassinoides</i> ao longo da transeção. ....	52
<b>Figura 6</b> – Curva 2: valor de cobertura de <i>Myrcia insularis</i> , <i>Marlierea tomentosa</i> e <i>Tabebuia cassinoides</i> ao longo da transeção. ....	54
<b>Figura 7</b> – Curva 3: valor de cobertura de <i>Myrcia insularis</i> , <i>Marlierea tomentosa</i> e <i>Tabebuia cassinoides</i> ao longo da transeção. ....	55
<b>Figura 8</b> – Número de árvores com um e com mais de um tronco. ....	56
<b>Figura 9</b> – Porcentagem de árvores com mais de um tronco para <i>T. cassinoides</i> , <i>M. insularis</i> , <i>M. tomentosa</i> , <i>M. robusta</i> e <i>C. microcarpa</i> .....	57
<b>Figura 10</b> – Porcentagem de árvores com dois, três, quatro e mais de quatro troncos.....	57



## RESUMO

**Título: Aspectos fitossociológicos e pedológicos de três superfícies de agradação do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná.** Este trabalho, realizado às margens do rio Guaraguaçu, nos municípios de Pontal do Paraná e Matinhos, objetivou detectar as variações florísticas e estruturais de uma comunidade componente de um estágio arbóreo da hidrossere (Formação Pioneira com Influência Fluvial), em relação ao afastamento do rio, situada sobre três superfícies de agradação. Utilizou-se o método de parcelas de área fixa, posicionadas sequencialmente a partir da margem e em direção oposta ao rio. Amostras de solos foram analisados em laboratório. Os resultados fitossociológicos foram relacionados com os tipos de solo e suas características. Na área predominam os ORGANOSSOLOS HÁPLICOS típicos distróficos profundos e, em menor ocorrência, os NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb distróficos típicos A húmico epi-hístico. Foram identificadas 50 espécies, distribuídas em 22 famílias botânicas. A espécie dominante nas três superfícies foi *Myrcia insularis* Gardn. (Myrtaceae), com valores de importância muito superiores aos das demais espécies presentes. Constatou-se elevado grau de similaridade entre as comunidades das três superfícies de agradação e alta riqueza florística, esta em função da presença de espécies de comunidades mesófilas vizinhas, porém pouco expressivas em quantidade, e à elevada abundância de *M. insularis*. A estrutura e a composição florística das comunidades não variaram significativamente com o afastamento das margens do rio, nem com as diferentes classes de solos. Pequenas variações nestes parâmetros são atribuídas a distúrbios naturais (quedas de árvores) e à maior elevação de determinados locais em relação aos demais, proporcionando um período menor de saturação hídrica. De modo geral, os valores de cobertura de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC estão inversamente relacionados com os de *Myrcia insularis* e *Marlierea tomentosa* Camb., atingindo seus maiores valores próximo às margens do rio, onde a luminosidade é maior. Verificou-se que 20,65% das árvores vivas medidas neste trabalho possuem mais de um fuste, onde *M. insularis* (54,66%), *M. tomentosa* (22,30%) e *T. cassinoides* (4,90%) foram as espécies que possuem os maiores números de indivíduos com esta característica. Para *M. insularis*, esta estratégia parece estar relacionada com a adaptação em ocupar o ambiente, uma vez que grande parte de suas árvores estava sempre inclinada ou deitada sobre o solo, donde partiam estas rebrotas. Conclui-se que o ambiente seletivo condiciona a um pequeno número de espécies adaptadas, dentre as quais *M. insularis*, e que a comunidade estudada pode não evoluir para condições méxicas, enquanto predominar a influência constante do rio Guaraguaçu, podendo ser considerada o estágio de equilíbrio para o ambiente atual.

## ABSTRACT

**Title: Aspectos fitossociológicos e pedológicos de três superfícies de agradação do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná.** This study was developed on the Guaraguaçu river alluvial plain, in Paranaguá and Matinhos cities, Paraná State coastal plain. The aim of this paper is to detect the floristic and structural differences in a tree community, which compounds a hydrosere stage, related to the distance of riverbanks, on the three river deposition surfaces. The sample method was the fixed area plots with 200m<sup>2</sup> each, sequentially positioned from the riverbank to the opposite direction. Soils was sampled and analysed in laboratory. Phytosociological results was related to soils results. In study area, predominates the Organic and Alluvial soils, both distrofic. Was found 50 species and 22 botanic families. The dominant species in all communities was *Myrcia insularis* Gardn. (Myrtaceae) with Importance Value very higher than another species. Was found high similarity degrees among the three river curves studied and high species richness, this because the presence of mesofits species from adjacent communities, but with unequal relative distribution, because its low quantitative expression, and high abundance of *M. insularis*. The structure and floristic composition along the plots and among curves, didn't show significant differences related to distance from riverbanks, nor with the different soils. Little oscillations of these parameters are attributed to natural disturbances (like tree falls) and to the higher elevation of some sites than elsewhere, where the submersion period is shorter and the underground water is deeper. The Cover Value of *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC is inversely related to the *M. insularis* and *Marlierea tomentosa* Camb., and reach higher values near riverbanks, where the lightness is better. Was verified that 20,65% of living trees have more than one trunk. *M. insularis* (54,66%), *M. tomentosa* (22,30%) and *T. cassinoides* (4,90%) were the species with high trunks number. To *M. insularis*, this characteristic may be related to the environment occupation, because a great lot of its trees was ever inclined or fallen on the ground, where occurs sprouts. Conclusion is that the selective environment select a low number of adapted species, like *M. insularis*, able to regenerate it by sprouts, and that the studied community perhaps do not evolve to mesic conditions, because the Guaraguaçu river influences, and it may be considered a "in equilibrium" community to this environment.

# 1 INTRODUÇÃO

Apenas nos últimos 20 anos o homem tem se voltado às preocupações com a preservação dos ambientes paludosos, graças ao aumento de conhecimentos sobre suas funções ecológicas, econômicas e sociais. Mesmo assim, a sociedade em geral os considera empecilhos ao desenvolvimento de atividades produtivas ou à ocupação imobiliária.

No Brasil esta postura não é diferente e, no Estado do Paraná, pântanos e várzeas dos rios do litoral transformam-se progressivamente em pasto para búfalos, áreas de cultivo de arroz ou em loteamentos.

Tais pressões crescem em progressão geométrica e colocam em sério risco de extinção os ambientes fluviais e paludosos da região e as comunidades vegetais relacionadas, com profundos danos ambientais e redução da qualidade de vida.

Alguns trabalhos visando ampliar os conhecimentos acerca destes ambientes têm sido realizados no litoral do Paraná, mas informações sobre comunidades vegetais em habitats cuja dinâmica é regida pela água, ainda são escassas.

Aspectos ecológicos foram, ainda, pouco estudados e os processos de sucessão natural das comunidades vegetais dependentes destes ambientes foram apenas parcialmente explicados.

Áreas brejosas estão, na maioria das vezes, relacionados diretamente com rios. No litoral do Paraná, o rio Guaraguaçu, um dos mais importantes desta região, está relacionado com a existência de grandes áreas alagadas desde o município de Matinhos até Paranaguá, onde encontra o mar.

Importante no contexto histórico da região, o rio Guaraguaçu serviu durante muito tempo como importante via de circulação para a região denominada por MAACK (1968) como Praia de Leste. Por meio da navegação fluvial, ainda que em pequenas embarcações, o homem aproveitou, algumas vezes de forma intensiva, os recursos naturais, dentre os quais a madeira de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC (caxeta) que ocorre ao longo de suas margens, na forma de densos povoamentos denominados caxetais.

Além dos caxetais, diversas outras comunidades vegetais podem ser encontradas ao longo de sua planície de inundação, quase todas dependentes direta ou indiretamente da influência deste rio e de seus afluentes. Dentre estas estão os manguezais e os diferentes estágios de sucessão primária em ambientes úmidos até as fases das florestas Ombrófila Densa das Terras Baixas e Aluvial.

Apesar da aparente homogeneidade e simplicidade dessas comunidades pioneiras, são reconhecidas associações diferentes, nas quais ora domina a caxeta, ora *Myrcia insularis* Gardn. (jaguapirica), ora *Calophyllum brasiliense* Camb. (guanandi), sempre acompanhadas de um rol pouco diversificado de espécies, mas com importâncias distintas dentro de cada comunidade.

No intuito de melhor conhecer as comunidades vegetais arbóreas regidas pelas águas do rio Guaraguaçu, este trabalho teve como objetivos:

- caracterizar fitossociologicamente o componente arbóreo de uma área sob influência do rio Guaraguaçu;
- caracterizar pedologicamente a área da comunidade em estudo;
- relacionar alguns processos da dinâmica sucessional dessa hidrossere;
- detectar as variações da vegetação sobre três superfícies de agradação, em relação ao afastamento das margens do rio Guaraguaçu.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A PLANÍCIE LITORÂNEA

#### Clima

O clima do litoral é influenciado pelo oceano e pela interferência da corrente aérea tropical, cuja origem está no centro de altas pressões do Atlântico, ao sul do Trópico de Capricórnio. Esta corrente origina ventos que sopram de norte e leste trazendo consigo a umidade recebida pela evaporação da água do mar. Ao se deparar com a escarpa da Serra do Mar, eleva-se, resfria-se e condensa-se em forma de precipitação pluviométrica sobre toda a vertente leste da cadeia montanhosa, muitas vezes estendendo-se até o litoral (BIGARELLA, 1978; SILVA, 1990; ANGULO, 1992; MAACK, 1981).

As precipitações nas encostas atingem valores entre 3300mm e 3450mm, mas que já atingiram cifras de até 7400mm na porção sul da Serra, abastecendo uma rede fluvial que desempenha um papel fundamental no sistema de drenagem da planície, onde os valores médios situam-se ao redor de 1976mm (MAACK, 1981).

O tipo climático do litoral é o Af(t), de acordo com a classificação de KOEPPEN (1918), descrito como clima pluvial tropical com temperatura do mês mais frio superior a 18°C, sempre úmido, com precipitação acima de 1000mm/ano e distribuída em todos os meses do ano, com uma zona de transição (t) sempre úmida e sem geadas noturnas (MAACK, 1981; CARVALHO, 1992).

Os ventos predominantes provêm do setor S (22,8%), E e SE (20,3%). Os ventos continentais, provenientes de SW, W e NW, somam 33,2% (MAACK, 1968).

#### Geomorfologia

No Estado do Paraná, a planície costeira estende-se desde a Vila do Ararapira, ao norte (25°12'44"S e 48°01'15"W), até a barra do rio Saí-Guaçu, ao sul (25°28'38"S e 48°35'26"W), estendendo-se do sopé da serra até o Oceano. Seu comprimento é de 90km e sua largura varia entre 10 e 20km, atingindo um máximo de 55km na Baía de Paranaguá (BIGARELLA, 1978). É profundamente recortada pelos complexos estuarinos das baías de Paranaguá, Laranjeiras, Pi-

nheiros e Guaratuba, resultando em numerosas ilhas (BIGARELLA *et al.*, 1970; MAACK, 1981; SILVA, 1990; e ANGULO, 1992). O relevo é plano e uniforme com altitude inferior a 10m s.n.m.

A zona litorânea é constituída por um bloco de falha do Complexo Cristalino do Eo e Neo-Precambriano. O aspecto fisiográfico da superfície desta paisagem fundamenta-se em um complicado processo de tectonismo de falha que abrange a maior parte da orla continental da América do Sul. O aspecto morfológico dos degraus e blocos isolados foi modelado pela influência de um clima alternadamente seco e úmido. O tectonismo de falha se relaciona com os fenômenos que tiveram lugar no Mesozóico e início do Cenozóico, durante a formação dos Andes (MAACK, 1981).

Com a compensação das tensões tectônicas iniciaram-se levantamentos epirogênicos durante o Quaternário Antigo ou Pleistoceno, que ainda continuam em nossos dias. Estes movimentos originaram a regressão sucessiva das águas do mar dos vales submersos, iniciando-se, assim, com o movimento negativo da praia, um processo muito ativo de erosão terrestre e de sedimentação dos detritos de decomposição, assim como dos produtos de destruição pela ação marinha. Portanto, os sedimentos quaternários soltos foram depositados imediata e discordantemente sobre a antiga base gnaisse-granítica. O ritmo do levantamento é documentado pelos antigos níveis de aplainamento, planos de abrasão marinha, cavas de ressaca, falésias e elevações gnaisse-graníticas, já ligadas à terra pela sedimentação e pela altitude das planícies de sedimentação marinha (tabuleiros ou restingas) (MAACK, 1981).

Os terraços marinhos (restingas), com alturas de 9-11m, 5-7m e 3-4m, são relativamente comuns e representam antigos níveis marinhos que variaram nos últimos 6000 anos, entre 7-8m, 3 e 1-1,5m acima do atual. A origem da areia da praia está ligada às flutuações climáticas do pós-glacial. O nível marinho se elevou 100m, devido ao degelo iniciado há 16000 anos (transgressão Flandriana) (BIGARELLA, 1964; AB'SÁBER, 1977).

As baías de Paranaguá e Guaratuba dividem o litoral paranaense em três setores naturais. O setor norte é denominado Praia Deserta, o setor central, Praia de Leste e o setor sul, Praia do Sul. Nas planícies pouco elevadas das Praias de Leste e do Sul destacam-se faixas de pântanos e pequenos rios, cujo percurso é paralelo à costa. A orientação dos pântanos remanescentes de antigos rios e o escoamento dos pequenos rios no mar são determinados pelo acúmulo de sedimentação orientada SSW para NNE. Por este motivo, a vazão direta dos rios sobre a praia é dificultada, sendo obrigados a procurar seus funis de embocadura sempre mais ao norte, em consequência do aumento dos sedimentos em forma de cordões litorâneos (restingas). Deste modo, o percurso paralelo à costa, tomado por muitos rios nas planícies de sedi-

mentação destas duas praias, foi determinado pela direção de sedimentação em sentido SSW-NNE, causada pela contracorrente quente do Brasil ao longo da costa (MAACK, 1981).

A planície litorânea se apresenta com altitudes desde o nível do mar até 11m, enquanto os níveis de denudação e aplainamento, que constituem verdadeiros pedimentos, podem ser encontrados até 20m s.n.m. (EMBRAPA/IAPAR, 1984).

BIGARELLA (1978) descreve o plaiño sedimentar Quaternário do Paraná como sendo constituído fundamentalmente por três grandes unidades: sedimentos das restingas; Formação Alexandra; e depósitos de origem fluvial, lagunar e coluvial.

## Solos

A planície litorânea é constituída essencialmente de depósitos mistos, continentais e marinhos e por morros isolados, ilhas e cadeias de elevações, formados de migmatitos, gnaisses e xistos modelados pela influência de um clima alternadamente seco e úmido. Por outro lado, as areias de praia têm sua origem ligada às flutuações climáticas do pós-glacial (EMBRAPA/IAPAR, 1984).

Segundo EMBRAPA/IAPAR (1984), os solos da planície litorânea são, principalmente, Associação Podzol com A hístico+Podzol com A moderado, Solos Hidromórficos Gleizados Indiscriminados e Solos Indiscriminados de Mangue. Nos morros isolados e cadeias de elevações, predominam o Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, o Podzólico Vermelho-Amarelo Álico e o Cambissolo Álico e Distrófico substrato migmatitos ou gnaisses.

Os solos orgânicos, também conhecidos por turfas, são solos hidromórficos pouco evoluídos, provenientes de depósitos de restos vegetais em grau variável de decomposição, acumulados em ambiente palustre constituído de horizonte superficial de coloração preta, devido aos elevados teores de carbono orgânico, assente sobre camadas praticamente sem desenvolvimento pedogenético. O material de origem é composto por acumulações orgânicas residuais recentes (Holoceno), sob condições de permanente encharcamento, cuja constituição depende do tipo de formação vegetal e das ações biológicas que nela se processam, podendo haver adição de materiais finos em proporções variáveis (EMBRAPA/IAPAR, 1984).

Sob a denominação de solos Aluviais estão compreendidos solos hidromórficos ou não, pouco desenvolvidos, derivados de sedimentos aluviais ou colúvio-aluviais inconsolidados, com horizonte A assente sobre camadas usualmente estratificadas, sem relação pedogenética, de granulometria, composição química e mineralógica muito variadas. Os sedimentos que originaram estes solos referem-se ao Quaternário, provavelmente ao Holoceno. A natureza desses

sedimentos depende do tipo da rocha de origem, razão pela qual os solos Aluviais são pouco uniformes (EMBRAPA/IAPAR, 1984).

## Hidrografia

O Estado do Paraná está subdividido em dois grandes complexos hidrográficos principais divididos pela Serra do Mar: a bacia hidrográfica do rio Paraná com 186.321km<sup>2</sup>, e a bacia hidrográfica do Atlântico ou do Leste, com 14.674km<sup>2</sup>. A bacia hidrográfica do Atlântico é dividida em seis sub-bacias: do rio Ribeira; da Baía das Laranjeiras; da Baía de Antonina; do rio Nhundiaquara; da Baía de Guaratuba; e da Baía de Paranaguá (MAACK, 1968).

A bacia hidrográfica da Baía de Paranaguá abrange uma área de 607km<sup>2</sup>, sendo constituída apenas por alguns rios pequenos influenciados pelas marés que correm do sul para o norte. Sua força de erosão é insignificante, sendo acompanhados por orlas pantanosas, onde destacam-se os rios Saquarema, Jacaré, Ribeirão e Caraguaçu (Guaraguaçu). Os funis de embocadura destes rios são circundados pela vegetação de mangue. Além destes, dois outros pequenos rios, Olho d'Água e Pequerê, percorrem as faixas pantanosas e desembocam diretamente no oceano (MAACK, 1968).

## Vegetação

Para RIZZINI (1979), a vegetação do litoral brasileiro depende intimamente da natureza do substrato e da fisiografia, sendo muito afetada pela ação da água marinha e dos ventos constantes.

O litoral do Estado do Paraná está situado no domínio da Floresta Ombrófila Densa, caracterizada pela presença de macro e mesofanerófitos e abundância de lianas e de epífitas em um ambiente pluvial (VELOSO *et al.*, 1991).

As variações climáticas, topográficas e pedológicas causadas pela elevação em altitude, resultam em fisionomias diferentes para a Floresta Ombrófila Densa, denominadas subformações por IBGE (1992). Para a faixa latitudinal entre 24°S e 32°S as altitudes são:

- Floresta Ombrófila Densa Aluvial – independe da altitude, mas do solo sobre o qual está estabelecida (terraços aluviais ao longo das margens e planícies de inundação dos rios);
- Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas – 5 a 50m s.n.m.;
- Floresta Ombrófila Densa Submontana – 50 a 500m s.n.m.;



- Floresta Ombrófila Densa Montana – entre 500 e 1500m s.n.m.;
- Floresta Ombrófila Densa Alto-montana – acima de 1500m s.n.m.

Entretanto, a existência de inúmeras comunidades vegetais condicionadas ao ambiente em que se estabelecem, proporciona um mosaico de formações florestais menos desenvolvidas e herbáceas, consideradas Formações Pioneiras por IBGE (1992). MAACK (1981), ao considerar as peculiaridades locais, definiu os seguintes tipos de vegetação: praia e restinga (Formações Pioneiras com Influência Marinha); manguezal (Formação Pioneira com Influência Flúvio-marinha); regiões pantanosas (Formações Pioneiras com Influência Fluvial).

Segundo MAACK (1968), duas zonas paisagísticas podem ser distinguidas na planície litorânea: a orla marítima e a orla da serra. Na primeira destacam-se as formações psamófilas (vegetação das dunas frontais), halófilas (manguezais) e xerófilas (refúgios sobre rochas). A segunda é composta pela mata pluvial-tropical (Floresta Ombrófila Densa) que se estende encosta acima da Serra do Mar. Da mesma forma, RIZZINI (1979) dividiu o litoral brasileiro em arenoso, rochoso e limoso, com base em características topográfico-edafo-botânicas.

As áreas pantanosas sob influência da água doce, denominadas Formações Pioneiras com Influência Fluvial, são muito comuns e estendem-se ao longo das baixadas entre os cordões litorâneos onde a água das chuvas se acumula sobre os podzóis, nas depressões permanentemente alagadas e nas planícies aluviais onde as cheias sazonais são responsáveis pelo excesso de água sob e sobre o solo (LEITE & KLEIN, 1990; IBGE, 1992; KUNIYOSHI, 1993).

## 2.2 PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

### Aspectos ecológicos

Inúmeros fatores determinam a ecologia de grandes rios e de suas planícies de inundação, envolvendo as relações hidrológicas entre estes dois compartimentos tanto via superfície quanto pelo subsolo (TOCKNER & SCHIEMER, 1997). Assim, diferentes proporções entre os fatores podem originar comunidades vegetais distintas.

Na Amazônia, diversos autores realizaram estudos com o objetivo de classificar as planícies de inundação e sua vegetação (BEARD, 1944; PRANCE, 1980; PARODI & FREITAS, 1990; KLINGE *et al.*, 1990; ZOGG & BARNES, 1995; SCHNITZLER, 1996; PRIEDITIS, 1997).

PRANCE (1980) propõe uma terminologia com seis tipos distintos de ambientes inundáveis, utilizando como base de diferenciação o tipo de cobertura vegetal presente, as propriedades físico-químicas da água e a periodicidade da inundação, os quais também são adotados

por KLINGE *et al.* (1990), agrupados em critérios hidrológicos (regime de inundação, suas causas, duração, frequência e periodicidade); critérios físico-químicos das águas de inundação (carga de sedimentos e solutos); e critérios biológicos (representado pela fauna e flora aquáticas e terrestres).

A mudança periódica entre as fases terrestre e aquática é o fator mais importante para os organismos de planícies de inundação em geral. Muitos são adaptados de várias maneiras para a vida em ambas as fases, uma das quais, normalmente, desfavorável (JUNK, 1980).

MacKNIGHT *et al.* (1981) consideram estes ambientes não apenas como uma transição entre água e terra firme, mas como um ecossistema onde as propriedades destes dois são mutuamente subsidiadas ou amplificadas, o mesmo acontecendo com as energias da água corrente e do sol.

Embora a anaerobiose seja apenas um dos fatores limitantes, esta determina a distribuição e produtividade das espécies neste ambiente (PATRICK JR., 1981), principalmente nas épocas de crescimento (SIGAFOOS, 1964<sup>1</sup>; BURGER *et al.*, 1973<sup>2</sup>, citados por HUFMANN & FORSYTHE, 1981). A tolerância a esta condição varia largamente entre as espécies (WHITLOW & HARRIS, 1979<sup>3</sup>, citado por HUFMANN & FORSYTHE, 1981). Por esta razão, a composição das espécies em planícies de inundação depende da repetição, frequência e duração da inundação durante a estação de crescimento (HUFMANN, 1980<sup>4</sup>, citado por HUFMANN & FORSYTHE, 1981).

Inúmeras podem ser as adaptações desenvolvidas pelas plantas, podendo ser metabólicas, fisiológicas, morfológicas ou uma combinação entre as três. Incluem respiração anaeróbica (MITSCH & GOSSELINK, 1986; CRAWFORD, 1982), emissões de brotações reiterativas (HALLÉ *et al.*, 1978), raízes adventícias, contrafortes (sapopemas), raízes-jelho e pneumatóforos (GILL, 1970; JUNK & PIEDADE, 1993), formação de aerênquima (JUNK & PIEDADE, 1993; BOEGER, 1994; GILL, 1970), dormência cambial (WORBES, 1985; GESSNER, 1968<sup>5</sup>, citado por WORBES, 1985; ALVIM & ALVIM, 1964), proteção dos estômatos (FERNANDES-CORRÊA & FURCH, 1992) e eliminação de produtos tóxicos (CRAWFORD, 1967<sup>6</sup>;

<sup>1</sup> SIGAFOOS, R. S. Botanical evidence of floods and flood-plain deposition. U. S. Geol. Survey Prof. Paper 485-A. Washington, 1964. 35p.

<sup>2</sup> BURGER, R. L.; JOHNSON, W. C.; KEAMMERER, W. R. Vegetation of the Missouri River flood plain in North Dakota. Report to the Office of Water Resources Research. U. S. Dep. of Interior, Washington, 1973. 161p.

<sup>3</sup> WHITLOW, T. H.; HARRIS, R. W. Flood tolerance in plants: a state-of-the-art review. U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station Technical Report E-79-2. Vicksburg, 1979. 161p.

<sup>4</sup> HUFFMAN, R. T. The relation of flood timing and duration to variation in bottomland hardwood community structure in the Ouachita River basin of Southeastern Arkansas. U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station Miscellaneous Paper E-80-4. Vicksburg, 1980. 22p.

<sup>5</sup> GESSNER, F. Zur ökologischen Problematik der Überschwemmungswälder des Amazonas. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 53: 525-547. 1968.

<sup>6</sup> CRAWFORD, R. M. M. Alcohol dehydrogenase activity in relation to flooding tolerance in roots. J. exp. Bot. 18: 458-464. 1967.

CRAWFORD & McMANMON, 1968<sup>7</sup>; citados por WORBES, 1985; CRAWFORD & TYLER, 1969).

Para um grande número de plantas, a duração da inundação é crítica apenas quando ocorre durante a estação de crescimento (GILL, 1970). Contudo, AHLGREN & HANSEN (1957) observam que os efeitos da submersão em florestas em crescimento são de significância biológica considerável e que as causas diretas de mortalidade e retardamento do crescimento não são completamente conhecidas.

Os tipos e graus de danos causados pela inundação diferem entre as espécies, tipos de solos e regime de inundação (GILL, 1970) e devem-se, na maioria dos casos, à exclusão do oxigênio do sistema radicular e à acumulação de dióxido de carbono e de produtos tóxicos (ROBINSON, 1930). Os sintomas de danos incluem a diminuição da relação entre crescimento de brotações e raízes, diminuição da transpiração, clorose, epinastia foliar, abscisão das folhas, morte de raízes, ausência de frutificação, aumento de suscetibilidade ao ataque de predadores, patógenos e, algumas vezes, a morte (NAKAYAMA, 1950<sup>8</sup>; PARKER, 1950; KOLSTER, 1966<sup>9</sup>; JACKSON, 1955<sup>10</sup>; YELENOSKY, 1964<sup>11</sup>; VERETENNIKOV, 1959<sup>12</sup>, citados por GILL, 1970).

Para GILL (1970) os fatores que influenciam a sobrevivência da árvore às inundações são as diferenças inter e intraespecíficas, as diferenças edáficas, a duração e periodicidade da inundação, bem como a idade e o tamanho da comunidade.

Para DEVALL (1990) e WALKER (1995), a sedimentação influencia a distribuição das árvores nas planícies de inundação, sendo mais acentuada nas partes mais baixas, pelas inundações periódicas.

As características físico-químicas dos solos de planícies de inundação podem ser controladas por fatores abióticos, bióticos ou ambos, de acordo com o estágio sucessional da vegetação como demonstram MARION *et al.* (1993a, 1993b) e VAN CLEVE *et al.* (1993).

Devido a estas interações multidimensionais entre o substrato, a hidrologia e a vegetação, BROWN *et al.* (1997) observam que a bioquímica de planícies de inundação é muito complexa. Para REISS (1976<sup>13</sup>), citado por JUNK (1980), e JUNK (1980) está claro que o contato estreito entre as planícies de inundação e sistemas abertos (rios e lagos) proporciona uma bio-

<sup>7</sup> CRAWFORD, R. M. M.; McMANMON, R. Inductive responses of alcohol and malic dehydrogenases in relation to flooding tolerance in roots. *J. exp. Bot.* 19: 435-441. 1968.

<sup>8</sup> NAKAYAMA, The effects of aeration on hydroponics of trees. *Bull. Kyoto Univ. For.* 18: 97-113. 1950.

<sup>9</sup> KOLSTER, H. W. High waters and Poplars. *Populier* 3(2): 31-32. 1966.

<sup>10</sup> JACKSON, W. T. The role of adventitious roots in recovery of shoots, following flooding of the original root systems. *Amer. J. Bot.* 42: 816. 1955.

<sup>11</sup> YELENOSKY, G. The tolerance of trees to poor soil aeration. *Abstr. of Thesis in Dissert. Abstr* 25: 734-735. 1964.

<sup>12</sup> VERETENNIKOV, A. V. The dying and regeneration of the root system of *Pinus sylvestris*, as related to oxygen supply in the rooting zone. *Bot. Z.* 44: 202-209. 1959.

<sup>13</sup> REISS, F. Die Benthoszoozönosen zentralamazonischer Varzeeseen und ihre Anpassungen an die jahresperiodische Wasserstandsschwankungen. *Biogeographica* 7: 125-135. 1976.

cenose e um balanço de nutrientes diferenciado. Neste sistema há uma renovação constante de nutrientes depositados pelo rio e de perda de matéria orgânica do solo da planície de inundação para aquele. As macrófitas aquáticas ocupam lugar de destaque na transferência de energia entre estes dois ambientes, podendo provocar um acúmulo considerável de nutrientes até que se atinja um equilíbrio dinâmico denominado *pulse stability* (ODUM, 1969) e funcionando, a partir deste ponto, em um nível trófico mais elevado (JUNK, 1980).

## Vegetação

As florestas sobre solos hidromórficos são sempre mais pobres em espécies do que aquelas sobre terra firme, devido aos sítios desfavoráveis (RICHARDS, 1979). Levantamentos florísticos realizados em florestas periodicamente inundadas apresentam diversidade florística menor que florestas de terras altas ou apenas ocasionalmente inundadas (BLACK *et al.*, 1950; RODRIGUES, 1961; PIRES, 1979; REVILLA, 1981; GENTRY, 1986; BALSLEV *et al.*, 1987; KAHN *et al.*, 1988; DUMONT *et al.*, 1990; KAHN & MEJIA, 1990; TERBORGH *et al.*, 1996).

Nas planícies aluviais os habitats pioneiros são comuns, mas sua diversidade é limitada pela severidade ambiental (PICKETT, 1976<sup>14</sup>), citado por DUMONT *et al.* (1990), uma vez que as freqüentes alterações favorecem a instalação de espécies arbóreas altamente adaptadas sobre amplas áreas e reduzem a diversidade de espécies do ecossistema, levando à especiação (DUMONT *et al.*, 1990; BERG, 1978; SALO *et al.*, 1986).

Entretanto, DRURY & NISBET (1973) sugerem que a diversidade é um fenômeno ecológico independente da sucessão e não uma propriedade exclusiva dos estágios avançados.

A biodiversidade nestes ambientes é determinada pelas interações entre rio e floresta, sob a forma de fenômenos hidrológicos e geomorfológicos (BROWN *et al.*, 1997).

## 2.3 HIDROSSERE

Ao processo de sucessivas ocupações de diferentes comunidades vegetais que iniciam em ambientes aquáticos, denomina-se hidrossere. Neste conceito podem ser enquadradas as planícies de inundação dos rios, onde a presença da água desempenha papel fundamental sobre o estabelecimento da vegetação (AHLGREN & HANSEN, 1957; DRURY & NISBET, 1973; LAMOTTE, 1990; CORDES *et al.*, 1997; DOING, 1997).

Embora PHILIP (1935)<sup>15</sup>, citado por TANSLEY (1935), considere as comunidades vegetais sobre ambientes instáveis como climaxes ou formações edáficas temporárias, sempre

<sup>14</sup> PICKETT, S. T. A. Succession: an evolutionary interpretation. *Am. Nat.* 110: 107-119. 1976.

<sup>15</sup> PHILIP, J. Succession, development, the climax and the complex organism: an analysis of concepts, II. *Jour. Ecol.* 23: 210-246. 1935.

progredindo em direção ao clímax climático, outros autores discordam da ocorrência de sucessão ecológica nestes ambientes, pois o contínuo processo de erosão e deposição não proporciona estabilidade suficiente para o amadurecimento de uma comunidade vegetal (JOHNSON & RAUP, 1947<sup>16</sup>, citados por DRURY & NISBET, 1973; JUNK & PIEDADE, 1993).

Para MARGALEF (1963) o clímax, considerado um estágio maduro de uma comunidade, é expresso não apenas pela diversidade florística mas também pela previsibilidade de mudanças ao longo do tempo.

A sucessão só pode acontecer quando o ambiente é estável. Flutuações abióticas extremas são, muitas vezes, capazes de estagnar o desenvolvimento de comunidades menos maduras (sucessão defletida, *plagiossere*: sere desviada ou distorcida), impossibilitando a homeostase em comunidades pobres, como os estágios pioneiros (GODWIN, 1929<sup>17</sup>; citado por TANSLEY, 1935; MARGALEF, 1963).

A dinâmica fluvial resulta em rápidas e profundas modificações no ambiente, podendo convergir de inúmeras situações anteriores. Apesar de certas seqüências de transição serem “preferidas”, a variedade é a chave da hidrossere autogênica e estas comunidades são seu clímax natural, pois nem sempre resultam de uma seqüência sucessional simples, não podendo ser considerado um estágio em direção ao mesofitismo (WALKER, 1970).

Estudos detalhados de hidrosseres indicam que a tendência sucessional é prontamente defletida ou revertida, em resposta a mudanças no nível da água (DRURY & NISBET, 1973). Deste modo, o conceito de clímax não contribui para a compreensão da história de muitos ambientes paludosos (DRURY & NISBET, 1973; HEINSELMANN, 1963; JOHNSON & RAUP, 1947, citado por DRURY & NISBET, 1973).

Embora o conceito de que a sucessão é sempre progressiva e resultado das reações bióticas sobre o meio (sucessão autogênica e fenômeno da reação de CLEMENTS, 1916), para McCORMICK (1968<sup>18</sup>), citado por DRURY & NISBET (1973), e DRURY & NISBET (1973), as espécies pioneiras não melhoram as condições do ambiente e podem apenas suprimir ou retardar o clímax. Assim, segundo WALKER *et al.* (1986), não é necessário considerar as interações facilitativas ou competitivas entre as espécies para compreender os padrões de sucessão primária, pois a dispersão de sementes, o estabelecimento de plântulas, sua longevidade e os efeitos aleatórios do rio são os fatores determinantes na ocupação das planícies de inundação.

Os diferentes rumos tomados na hidrossere devem-se, parcialmente, às diferenças químicas dos solos, da ciclagem de nutrientes ao longo do gradiente, ao *stress* causado pelo ex-

<sup>16</sup> JOHNSON, F.; RAUP, H. M. Grassy Island - archaeological and botanical investigations of an Indian site on the Taunton River, Mass. *Paper of the Robert S. Peabody Foundation for Archaeology* 1: 1-68. 1947.

<sup>17</sup> GODWIN, H. The subclimax and deflected succession. *Jour. Ecol.* 17: 144-147. 1929.

cesso de água e pela dinâmica fluvial, bem como à profundidade da água subsuperficial (BROCK *et al.*, 1989; VAN CLEVE *et al.*, 1993; FRIEDEL *et al.*, 1993 e STROMBERG *et al.*, 1996).

Em sucessões primárias, a substituição pode ser retardada pela imigração aleatória de plantas e pela instabilidade ambiental, causando elevado grau de *stress* físico (GLEASON, 1926; DRURY & NISBET, 1973), como é caso das planícies de inundação.

As vantagens competitivas sobre plântulas e indivíduos imigrantes freqüentemente se reduzem por alterações drásticas no ambiente e os mecanismos de dispersão e tolerância ao *stress* estão correlacionados e constituem a habilidade de colonização (DRURY & NISBET, 1973).

KLINGE *et al.* (1990) observam que a fase mais crítica para a regeneração destes ambientes é o recrutamento, quando as plântulas são quase completamente eliminadas pela inundação (REVILLA, 1981), resultando em baixos números de indivíduos jovens (WORBES, 1985) na comunidade.

A presença periódica da água de inundação e a elevada densidade de indivíduos dificultam o estabelecimento de diásporos provenientes de outros locais (KOOP, 1987). A época de dispersão deve coincidir com o baixo nível das águas, quando há um número maior de micro-ambientes adequados à excese de algumas espécies (WALKER *et al.*, 1986; PARODI & FREITAS, 1990; COLONELLO, 1990).

Inúmeras espécies se estabelecem desta maneira sobre novos sítios, mas mantêm sua população pela clonagem. A reprodução vegetativa parece ser de particular importância em circunstâncias de crescimento sob tipos extremos de sítios e condições dinâmicas de hábitat (KOOP, 1987), podendo influenciar relações e padrões em sucessões primárias (WALKER *et al.*, 1986; PARODI & FREITAS, 1990; COLONELLO, 1990).

Para NEGRELLE (1995) as rebrotas podem competir com árvores pioneiras no fechamento de clareiras. Como exemplo, KOOP (1987) descreve algumas florestas inundáveis da Europa, onde as brotações a partir de raízes são as estratégias utilizadas por várias espécies para alcançar os micro-hábitats sobre o solo.

Cada espécie é competitivamente superior em um tipo de sítio, dentro de uma amplitude limitada de condições, de modo que diferentes espécies dominam ao longo de diferentes posições em gradientes ambientais (MacINTOSH, 1967; WHITTAKER, 1953<sup>19</sup>, citado por DRURY & NISBET, 1973).

<sup>18</sup> McCORMICK, J. Succession. In: VIA 1: 22-35, 13-132. Student Publication, Graduate School of Fine Arts, Univ. Pennsylvania. 1968.

<sup>19</sup> WHITTAKER, R. H. A consideration of climax theory: the climax as a population and pattern. *Ecol. Monog.* 23: 41-78. 1953.

As espécies pioneiras não são hábeis em ocupar locais densamente sombreados e com litter profundo, de modo que seus descendentes raramente sobrevivem na presença dos adultos (CONNEL & SLATYER, 1977).

A sucessão em planícies de inundação é responsável pela diversidade florística de muitas florestas tropicais, pois as migrações laterais dos rios proporcionam a destruição e o estabelecimento de mosaicos de vegetação em diferentes estágios e composições (SALO *et al.*, 1986; KLINGE *et al.*, 1990; HODGES, 1997).

Relações de crescimento e expansão da vida podem interagir com os processos de erosão e sedimentação em determinados tipos de desenvolvimento sucessional em planícies de inundação (WALKER *et al.*, 1986; PARODI & FREITAS, 1990; COLONELLO, 1990).

## 2.4 GEOMORFOLOGIA FLUVIAL

Para a geomorfologia, a palavra *rio* designa corrente canalizada ou confinada e pode referir-se aos canais sem água das regiões mais secas. Sob o aspecto geológico, refere-se ao tronco principal de um sistema de drenagem (KENITIRO & BIGARELLA, 1979).

A forma do canal fluvial está relacionada com as variáveis débito, carga detritica, condições locais e desgaste de energia, podendo ser retilínea, anastomosada, sinuosa ou meândrica, esta última a mais comum (CRISTOFOLETTI, 1981).

O padrão meandrante é característico de rios com gradiente altitudinal moderadamente baixo e fluxo contínuo e regular. São mais comuns nos rios de regiões úmidas cobertas por vegetação, a qual tem um efeito inibidor sobre a erosão, tanto nas cabeceiras quanto nas margens (KENITIRO & BIGARELLA, 1979; CRISTOFOLETTI, 1981).

O termo meandro, originado do rio Maiandros (atualmente Menderes), na Turquia, é utilizado para designar o tipo de canal fluvial em que os rios descrevem curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si, mediante um trabalho contínuo de escavação da margem côncava e deposição na margem convexa (KENITIRO & BIGARELLA, 1979; CRISTOFOLETTI, 1981) (**Figura 1**).

Os meandros migram em virtude da constante erosão da margem côncava e deposição na margem convexa, deslocando-se sempre pelas laterais e para jusante (KENITIRO & BIGARELLA, 1979; CRISTOFOLETTI, 1981). Quando os processos de entalhamento e deposição envolvem tendências gerais sob longos períodos de tempo, estes podem ser descritos pelos termos *degradação e agradação*, respectivamente (CRISTOFOLETTI, 1981) (**Figura 1**).

recoberto pela inundação durante um período menor do que a planície adjacente, suportando, por isso, vegetação exuberante (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Os depósitos de recobrimento são formados a partir do rompimento de um dique marginal durante as cheias, quando então a fração mais fina é espalhada pela planície de inundação (KENITIRO & BIGARELLA, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1981).

BROWN *et al.* (1997) observam que também as relações entre os gradientes de energia e declividade, bem como as condições do canal, determinam a natureza, a dinâmica e a biodiversidade de comunidades arbóreas de planícies de inundação e controlam o processamento de materiais e nutrientes nas planícies florestadas.

Processos de erosão e sedimentação intensivas originam uma topografia e geomorfologia que mantêm as características físico-bióticas de planícies de inundação e determinam diferentes tipos de vegetação (PARODI & FREITAS, 1990; COLONELLO, 1990).

As planícies se apresentam com topografia diversificada, da qual fazem parte as *bacias de inundação* (partes mais baixas da planície que atuam como áreas de decantação). Por este motivo, contêm os mais finos sedimentos aluviais das planícies e se apresentam em acamamento horizontal, alternando lâminas argilosas com arenosas.

Nas áreas de climas úmidos são baixas, úmidas e densamente cobertas por vegetação helófila, que incorpora a matéria orgânica no local, acumulando-se, em alguns casos, em vários metros de espessura, associadas a sedimentos siltico-argilosos, provenientes das enchentes (KENITIRO & BIGARELLA, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1981).

Segundo HUPP (1982), as relações entre os processos hidrológicos fluviais e os padrões de vegetação ripária ainda não são compreendidos. Todavia, padrões de vegetação relacionados às variações topográficas, com diferenças em elevação sobre o nível da água do canal são, muitas vezes, bons critérios para predizer a distribuição de espécies (HOSNER & MINCKLER, 1963; EVERETT, 1968; NIXON *et al.*, 1977; HUPP, 1982; HUPP, 1983; HUPP & OSTERKAMP, 1985).

## 2.5 ANÁLISE DE GRADIENTE

Nos estudos iniciais da vegetação, a idéia geral consistia de tipos diferentes de comunidades consideradas unidades naturais bem definidas que faziam parte da estrutura da vegetação, que se contatavam em estreitos limites denominados ecótonos (CLEMENTS, 1916, 1936; PHILIPS, 1935, citado por TANSLEY, 1935), à qual WHITTAKER (1962; 1956<sup>20</sup>), citado por WHITTAKER (1966), denominou “teoria da comunidade única”.

<sup>20</sup> WHITTAKER, R. H. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monogr.* 26: 1-80. 1956.



GLEASON (1926) discordou desta teoria com duas idéias novas: o princípio da individualidade das espécies: a) cada espécie está distribuída de acordo com a amplitude total dos fatores ambientais (incluindo efeitos de outras espécies), com suas características genéticas, fisiológicas e com a dinâmica das populações (nunca duas espécies serão absolutamente iguais, conseqüentemente, nunca estarão distribuídas da mesma forma); e b) comunidades que ocorrem ao longo de modificações ambientais contínuas, na maioria das vezes modificam gradualmente os níveis de população das espécies ao longo do gradiente (princípio da continuidade da comunidade).

A análise de gradiente é uma ferramenta utilizada para o estudo de padrões espaciais de vegetação, cuja estrutura e variação devem ser compreendidas em função dos fatores ambientais, da população de espécies e das características das comunidades. Assume que há um gradiente ambiental, ao longo do qual as características de solos e clima mudam, onde as espécies estão distribuídas de acordo com suas próprias respostas fisiológicas, e que as diferentes combinações de espécies ao longo do gradiente são reconhecidas como tipos de comunidades que estão inter-relacionadas. Pode ser dividida em direta, quando as amostras da vegetação são tomadas, arranjadas e estudadas de acordo com magnitudes conhecidas ou índices de posição ao longo do gradiente; e indireta, quando as amostras são comparadas entre si em termos de graus de diferença na composição florística e, sobre esta base, arranjadas ao longo de eixos de variação, que podem ou não corresponder a gradientes ambientais (WHITTAKER, 1966).

## 2.6 LEVANTAMENTOS FITOSSOCIOLÓGICOS

A fitossociologia tem por objetivo estudar as interrelações entre plantas dentro da comunidade vegetal, no espaço e no tempo. Refere-se ao estudo quantitativo da composição, estrutura, funcionamento, dinâmica, história, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal. É conhecida, também, como Sinecologia Vegetal, Geobotânica Sociológica, Ciência da Vegetação, Fitocenologia, Fitogeocenologia, Ecologia Quantitativa e Ecologia de Comunidades (MARTINS, 1989).

No Brasil, os levantamentos fitossociológicos tiveram início na década de 40, com as pesquisas sobre hospedeiros e vetores do vírus da febre amarela silvestre (MARTINS, 1989). Desde então, os levantamentos fitossociológicos têm sido difundidos, aperfeiçoados e utilizados para diferentes finalidades em todo o país.

Os principais parâmetros quantitativos utilizados para caracterizar as comunidades estudadas e compará-las com outras são a densidade, área basal total, dominância, frequência,

valor de importância, valor de cobertura, índices de diversidade, equidade e índices de similaridade.

## Densidade

A densidade se aplica a contagens efetivas de indivíduos em um espaço definido (DAUBENMIRE, 1968; SILVA, 1985; MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). Expressa o número de indivíduos por unidade de área ou de volume estimado para a comunidade ou por espécie. Pode ser expressa de três formas diferentes: densidade total (DT), densidade absoluta (DA) e densidade relativa (DR).

$$DT = N/S;$$

$$DA = n_i/S;$$

$$DR = (DA/DT) \times 100;$$

onde:

N = número de indivíduos amostrados;

S = superfície total amostrada (em hectares);

$n_i$  = número de indivíduos constatados para a espécie "i".

## Área basal total

É obtida pela soma da área da seção transversal das árvores amostradas, na altura padrão de 1,30m a partir da base. Está relacionada com o parâmetro dominância. A área da seção transversal é obtida pela fórmula  $A = \Sigma \pi r^2$ , onde  $r$  = raio de uma circunferência assumida como representado a seção do tronco. O raio é obtido indiretamente pela fórmula  $P = 2\pi r$ , onde  $P$  = perímetro à altura do peito (PAP) medido no levantamento.

## Dominância

Para MARTINS (1993), a dominância "expressa a proporção de tamanho, volume ou cobertura de cada espécie em relação ao espaço ou volume da fitocenose". Este parâmetro é calculado a partir da área basal e reflete a relação entre a área ocupada pelas seções transversais dos troncos (total ou por espécie) e uma unidade de área, normalmente em hectare. É um elemento quantitativo relacionado diretamente com a área recoberta pela copa da árvore. Pode ser expressa com dominância total (DoT), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR) ou dominância média (DoM).

$$DoT = G/S;$$

$$DoA = g_i/S;$$

$$DoR = (DoA/DoT) \times 100;$$

$$DoM = DoA/DA;$$

onde:

G = somatória da área basal da seção transversal de todos os indivíduos amostrados;

$g_i$  = somatória da área basal da seção transversal de todos os indivíduos pertencentes à espécie "i";

S = área da amostra.

## Frequência

A frequência expressa o percentual de ocorrência das espécies nas parcelas amostrais e fornece informações sobre a uniformidade de distribuição de uma espécie em uma determinada área (DAUBENMIRE, 1968). Pode ser demonstrada como frequência absoluta (FA) ou frequência relativa (FR).

$$FA = (p_i/P) \times 100;$$

$$FR = (FA/FT) \times 100;$$

onde:

$p_i$  = número de parcelas em que ocorre a espécie "i";

P = número total de parcelas amostrais;

FT = somatória da frequências de todas as espécies presentes no levantamento.

## Valor de Importância

O valor de importância é a somatória dos valores relativos de densidade, dominância e frequência relativas. Uma forma de utilização mais prática deste índice é dada pela representação do valor de importância em números relativos, denominada percentual de importância (PI) (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

Este parâmetro foi proposto por CURTIS (1959), citado por MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974) para uniformizar a interpretação dos resultados e caracterizar o conjunto da estrutura da vegetação. Todavia, diversos autores restringem seu uso pois a frequência relativa tende a mascarar os demais e ser afetado por características das parcelas e da amostragem (DAUBENMIRE, 1968; MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

Para MARTINS (1993) o valor de importância é útil para separar tipologias florestais distintas e relacioná-las a fatores ambientais, além de relacionar fatores abióticos e distribuição de espécies em uma determinada área. As fórmulas para cálculo são:

$$VI = DR + DoR + FR;$$

$$PI = (DR + DoR + FR) / 3;$$

## Valor de Cobertura

Cobertura pode ser definida como a projeção vertical da copa ou das raízes de uma espécie sobre o solo, expressa em percentagem em relação a uma área definida. Em função das dificuldades em obter medidas precisas destes dados, a cobertura pode ser expressa em termos de projeção da área basal sobre a superfície do solo (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974; DAUBENMIRE, 1968).

O valor de cobertura é obtido pela soma dos valores relativos de densidade e dominância. Também pode ser expresso em números relativos pelo percentual de cobertura (PC).

$$VC = DR + DoR;$$

$$PC = (DR + DoR) / 3;$$

## Índices de diversidade

O conceito de diversidade envolve variação e abundância relativa das espécies. MAGURRAN (1989) afirma que as medidas de diversidade têm sido utilizadas como indicadores de ecossistemas equilibrados.

As medidas de diversidade de espécies podem ser agrupadas em três categorias principais: a) os índices de riqueza de espécies que são, essencialmente, uma medida do número de espécies em uma unidade de amostragem definida; b) os modelos de abundância de espécies que descrevem a distribuição da abundância; e c) medidas baseadas na abundância proporcional entre espécies que pretendem resumir riqueza e uniformidade em uma única expressão.

### Índice de Shannon (H')

Pertence ao último grupo de medidas e caracteriza-se por ser um índice de diversidade específica proporcional pois leva em conta a quantidade relativa de espécies (PIELOU, 1975; MAGURRAN, 1989). Segundo MAGURRAN (1989) trata-se de um índice fortemente influenciado pela riqueza de espécies. É dado pela fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

onde  $p_i$  = é a proporção relativa de indivíduos da espécie "i".

### Índice de Simpson (D)

Do mesmo modo que o índice de Shannon, faz parte do grupo que se baseia na abundância proporcional entre espécies. Representa a probabilidade de que dois indivíduos tomados aleatoriamente na comunidade pertençam à mesma espécie. Quanto menor for esta probabilidade maior é a diversidade (PIELOU, 1975). É considerado uma medida de dominância. É fornecido pela fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

onde:

$p_i$  = proporção de indivíduos da espécie "i".

### Eqüidade (E)

É a representação numérica da distribuição relativa das espécies na comunidade. Quanto mais equitativa for a distribuição, mais próximo do valor 1 estará o índice (MAGURRAN, 1989). É calculado por:

$$E = H'/H'_{\text{máx}} = H'/\ln S$$

onde:

$H'$  = Índice de Shannon;

$S$  = número de espécies na comunidade analisada.

### Índices de similaridade

Julgamentos sobre semelhanças ou diferenças entre comunidades vegetais são, muitas vezes, carregados de tendências de cada pesquisador em considerar os critérios de associação (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

As definições matemáticas destes critérios foram propostas por JACCARD e SØRENSEN por meio dos Índices de Similaridade ou Coeficiente de Comunidade, que consideram a presença e a ausência de espécies entre as comunidades comparadas.

Índice de Similaridade de Jaccard

$$Isj = (c/a+b+c) \times 100$$

onde:

$Isj$  = Índice de Similaridade de Jaccard;

$a$  = número de espécies exclusivas da comunidade A;

$b$  = número de espécies exclusivas da comunidade B;

$c$  = número de espécies comuns a ambas as comunidades;

Índice de Similaridade de Sørensen

$$Iss = (2c/a+b) \times 100$$

onde:

Iss = Índice de Similaridade de Sørensen;

a = número total de espécies da comunidade A;

b = número total de espécies da comunidade B;

c = número de espécies comuns a ambas as comunidades.

## 2.7 TRANSEÇÕES

Utilizada há muitos anos pelos silvicultores americanos para levantamentos de volume de madeira e número médio de plântulas por área, a transeção passou a ter importância em estudos de composição e silvicultura das florestas tropicais (WEAVER & CLEMENTS, 1950) para estudos de variação da vegetação ao longo de um gradiente ambiental.

Este método consiste em uma faixa de comprimento variável estabelecida perpendicularmente à zona de transição ou ecótono que se pretende estudar.

A largura deve ser mantida ao longo da faixa para evitar erros de estimativas relativos às áreas e é determinada em função das formas de vida presentes na vegetação. Trabalhos realizados sugerem uma largura mínima de 10m para florestas temperadas e cerca de 20m para florestas tropicais (WEAVER & CLEMENTS, 1950).

RODERJAN (1994) utilizou o método de transeções para descrever o gradiente da Floresta Ombrófila Densa Alto-montana na Serra do Mar paranaense de acordo com a altitude, adotando parcelas de 5m x 10m contíguas.

JASTER (1995), em trabalho realizado na ilha de Superagüi, litoral norte do Paraná, fez pequenas alterações no método de transeções para descrever as variações da vegetação em relação ao afastamento da orla marítima, adotando parcelas de 10m x 50m afastadas 100m entre si. A área foi compartimentada em parcelas menores para levantamento de indivíduos com diâmetros menores e da regeneração natural.

MARION *et al.* (1993a) e VAN CLEVE *et al.* (1993) estudaram, respectivamente, as propriedades químicas e o desenvolvimento físico-químico de solos aluviais no Alasca, em um gradiente de ocupação florestal com 200 anos de idade, ao longo de uma transeção perpendicular à margem do rio.

LAMOTTE (1990) realizou estudos detalhados sobre a sucessão vegetal ao longo de uma linha perpendicular à margem do rio Ucayali, no Peru, partindo da margem interna de uma curva (superfície de agradação), relacionando-os com os processos da dinâmica fluvial com a

distribuição de espécies e associações de espécies de acordo com o grau de influência direta do rio.

Para verificar o efeito do gradiente de umidade do solo sobre a vegetação, KEEL & PRANCE (1979) estabeleceram cinco transeções lineares em ângulo reto com a margem do rio, cada uma com 50m de comprimento e distanciadas 50m entre si.

Transeções foram utilizadas por AHLGREN & HANSEN (1957) para detectar os efeitos de diferentes períodos de inundação em coníferas em Minnesota.

WALKER *et al.* (1986) mediram as densidades naturais de plântulas e plantas jovens ao longo de 14 transeções com 2m de largura afastadas entre si 800m. Estas transeções estenderam-se por 50m em direção à terra firme, sempre perpendiculares ao curso do rio e terminando em uma comunidade madura. Oito parcelas de 1m x 5m foram alocadas ao longo das linhas em cinco estágios sucessionais.

RICHARDS & WILLIAMSON (1975) utilizaram transeções para estudar a regeneração natural em clareiras na floresta inundável.

FRIEDEL *et al.* (1993) monitoraram a vegetação de áreas alagadas na Austrália através de transeções paralelas às linhas de drenagem e concluíram que as herbáceas, principalmente, têm preferência por tipos particulares de solos. A dinâmica das herbáceas diferiu um pouco em superfícies de degradação, estáveis e de agradação.

Também DEVALL (1990) fez uso das transeções para investigar a estrutura e composição da vegetação de um pântano adjacente ao rio Mississippi na Louisiana e relacioná-las com modificações nas características físico-químicas dos solos.

Na Amazônia venezuelana, COLONELLO (1990) também utilizou transeções perpendiculares ao rio Caño Mamo para buscar correlações entre a geomorfologia fluvial e o desenvolvimento da vegetação. Encontrou diferenças devido à duração da inundação e tipos de solos.

AUERBACH & SHMIDA (1993) estenderam uma longa transeção sobre o monte Hermon em Israel, para analisar e determinar se as espécies vegetais ocorrem em comunidades discretas ou contínuas em um gradiente altitudinal (300m-2180m). Concluem que, apesar de algumas descontinuidades, não há evidências de comunidades discretas.

Em uma floresta de planície inundável na Croácia, GLAVAC *et al.* (1992) estenderam uma transeção de 116m de comprimento para verificar as relações entre a estrutura e composição da vegetação e as condições do solo. Os resultados demonstraram que as variações em relevo produzem uma modificação contínua da vegetação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 SELEÇÃO DA ÁREA

Com base em fotografias aéreas pancromáticas preto e branco, escala aproximada de 1:25000, obtidas em vôo realizado em 1980, foram selecionadas três curvas em um trecho meandrante do rio Guaraguaçu. Os critérios para a escolha das curvas foram:

- deveriam apresentar semelhanças morfológicas entre si, tais como o raio e o comprimento da alça;
- deveriam caracterizar superfícies de agradação, que são áreas novas criadas pela deposição de sedimentos na margem convexa;
- as comunidades vegetais existentes sobre as superfícies de agradação deveriam ser predominantemente arbóreas;
- a vegetação presente deveria apresentar poucos sinais de intervenção antrópica recente.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

##### **Localização e acesso**

A área situa-se às margens do rio Guaraguaçu, na planície litorânea do Estado do Paraná. As comunidades vegetais sobre as superfícies de agradação das curvas 1 e 3 (margem esquerda do rio), estão na propriedade Empreendimentos Florestais Guaraguaçu Ltda., do Sr. Herbert Barkmann. A comunidade estudada na superfície de agradação da curva 2, na margem direita, localiza-se na propriedade da Banestado S/A Reflorestadora.

O acesso é feito pela PR-407, até a ponte sobre o rio Guaraguaçu, a 19,2km da confluência com a rodovia BR-277. No Clube Náutico Guaraguaçu - CNG, ao lado da referida ponte, toma-se um barco e sobe-se o rio por 11,7km. Outra forma de acesso, para atingir apenas a margem esquerda, é seguir pela rodovia PR-508 (Alexandra-Matinhos) por 19,7km até a localidade denominada Colônia Cambará. Neste local, segue-se a pé por três quilômetros pela trilha da antiga Estrada do Portinho que termina na margem do rio Guaraguaçu. Por trilhas secundárias atinge-se a área de estudos.



As curvas 1 e 3 (margem esquerda) estão localizadas no município de Matinhos e a curva 2 (margem direita) está no município de Pontal do Paraná. As coordenadas geográficas aproximadas são  $25^{\circ}44'46''\text{S}$  e  $48^{\circ}33'16''\text{W}$  (Figura 2).

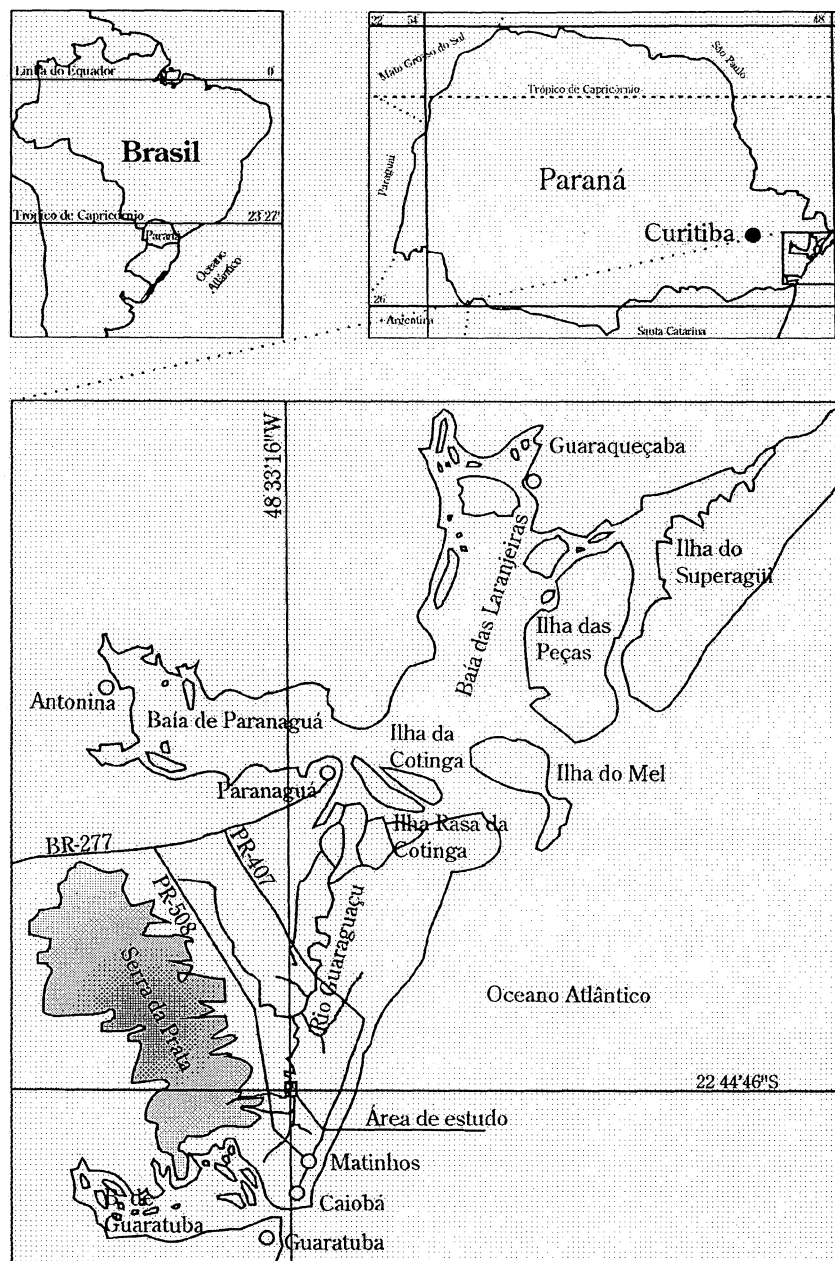


Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo.

## Clima

A área de estudos está situada na região de ocorrência do clima Af(t) (KÖEPPEN), com temperaturas médias anuais entre  $21^{\circ}\text{C}$  e  $22^{\circ}\text{C}$ , sem ocorrência de geadas e precipitação anual entre 1800mm e 2000mm.

## Geomorfologia

A área de estudos situa-se no plano sedimentar Quaternário da planície costeira do Paraná, no setor Praia de Leste (MAACK, 1968), sobre depósitos de origem fluvial trazidos pelo rio Guaraguaçu e seus afluentes. O relevo é plano e uniforme, formado pelos terraços marinhos (restingas) e intercordões que direcionam o escoamento dos rios da região no sentido SSW-NNE.

Abrange três curvas em sequência do rio Guaraguaçu, sobre sua planície de inundação, que caracterizam superfícies de agradação. Estas curvas estão localizadas imediatamente após um trecho relativamente reto do canal fluvial.

A oeste da área, distando cerca de 6km do rio, localiza-se a Serra da Prata, um bloco isolado da Serra do Mar cujo limites setentrional e meridional situam-se junto à BR-277, em Alexandra e na Baía de Guaratuba, respectivamente. Da Serra da Prata partem vários rios em direção leste, muitos dos quais tributários do rio Guaraguaçu.

## Solos

Predominam na área de estudo os solos orgânicos, aluviais e podzóis hidromórficos, os quais estão sempre em locais baixos onde a água é constante ou periódica.

Estes solos, segundo o novo sistema de classificação de solos do Brasil (EMBRAPA, 1999), são denominados ORGANOSSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS, respectivamente.

## Hidrografia

A área de estudos está situada às margens do rio Guaraguaçu, o principal corpo de água da Bacia Hidrográfica de Paranaguá (MAACK, 1981). Nasce na planície litorânea a dois quilômetros da orla marinha e segue no sentido NNE. Recebe apenas cinco afluentes ao longo do seu percurso de 61,7km (aproximadamente 30km em linha reta). Na margem direita, o principal afluente é o rio Pery que nasce em Praia de Leste. Na margem esquerda, os rios Indaial ou Sertão Grande, do Meio, Cachoeirinha, das Pombas, São Joãozinho e Pequeno – este último já no seu delta – são os mais importantes. Estes rios nascem ou recebem tributários da vertente oriental da Serra da Prata e contribuem com suas cargas de sedimentos trazidos desta.

O rio Guaraguaçu percorre a planície litorânea em curvas ora abertas, ora formando um padrão meandrante característico de rios com baixa energia, mais visível na metade inferior do seu curso. Encontrou passagens ao longo dos intercordões de restinga, cujas margens se sobrepõem continuamente, ganhando espaço para serpentear. Parte de sua recarga provém dos afluen-

tes da margem esquerda e parte dos banhados e charcos permanentes da planície litorânea, cujos solos orgânicos e podzóis liberam água gradual e continuamente para esta bacia. Desemboca no Canal da Cotinga, defronte a ilha de mesmo nome, na Baía de Paranaguá. Sua foz abre-se em um segundo braço a leste denominado rio Maciel.

É um rio que recebe influência direta das marés, vazando em direção ao mar durante a maré baixa, estagnando suas águas durante um certo período e sofrendo refluxo durante a enchente da maré. Isto pode ser visto com muita intensidade em todo o percurso que o rio faz sobre a planície, inclusive no seu terço superior, a 51km (aproximadamente 26km em linha reta) de distância de sua foz. Apesar desta influência das marés, a água do rio na área de estudos é doce, o que significa que a água do mar não a atinge.

Suas águas são transparentes e negro-avermelhadas devido, provavelmente, às grandes quantidades de matéria orgânica e ferro recebidas das florestas e dos horizontes B<sub>v</sub> da planície. Embora o rio Guaraguaçu seja o de maior importância para a Bacia Hidrográfica de Paranaguá, há poucos dados fluviométricos disponíveis sobre ele. É classificado como rio Classe 2 em função da qualidade de suas águas, necessidade de manutenção e pelo seu uso (**Anexo 1**).

## Vegetação

Na área de estudos ocorrem diferentes estágios de sucessão primária (Formações Pioneiras com Influência Fluvial), cuja fase arbórea é dominada, normalmente, por *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC e *Myrcia insularis* Gardn.

Ao longo do rio Guaraguaçu, observam-se também áreas antropizadas e estágios de sucessão secundária, originadas do uso e posterior abandono das terras.

### 3.3 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO

Os levantamentos de campo e as coletas botânicas foram efetuados entre maio e setembro de 1997.

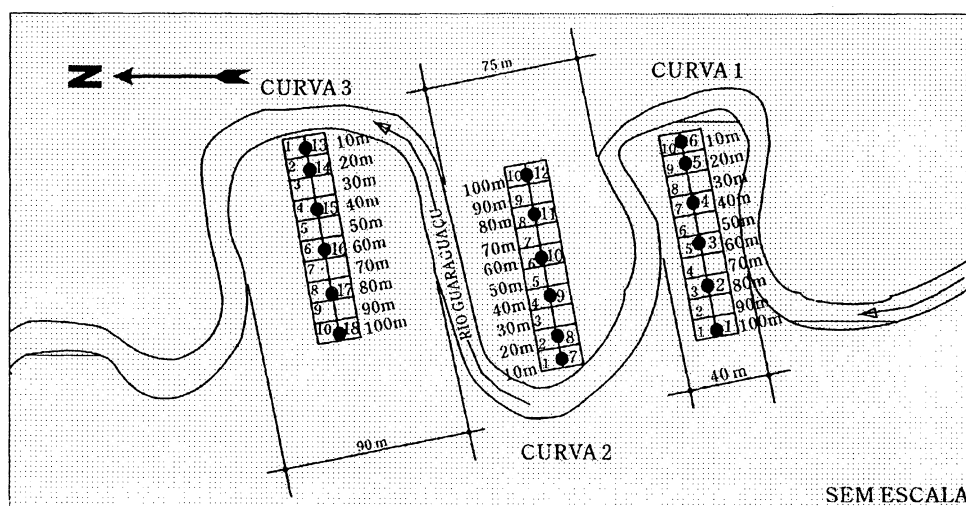
Com o auxílio de bússola e trena, foram demarcados os eixos principais sobre o lado interno de cada uma das três curvas (superfície de agradação), afastando-se perpendicularmente ao canal e aproximadamente equidistante das margens do colo. O ponto inicial do eixo foi marcado em fotografia aérea e posteriormente localizado na área por comparação.

Utilizou-se o método das parcelas de área fixa (200m<sup>2</sup>), retangulares e subdivididas em subparcelas de 10m x 10m. Alocada a primeira parcela, todas as demais foram distribuídas sistematicamente ao longo do eixo e justapostas umas às outras, de acordo com o método das

transeções (**Figura 3**). Os lados da parcela foram traçados com auxílio da bússola e os vértices marcados com estacas de madeira com 1,20m de altura.

O levantamento fitossociológico, associado à caracterização do solo, consistiu em obter e anotar em fichas de campo o nome da espécie, o perímetro à altura do peito (PAP), a altura total estimada, a posição sociológica e a altura do ponto de inversão morfológica.

Devido aos pequenos diâmetros constatados na comunidade, o PAP mínimo estipulado para o levantamento foi de 10cm, correspondente a 3,20cm de diâmetro, medido com fita métrica graduada em centímetros.



**Figura 3** – Distribuição das parcelas sobre as superfícies de agradação, nas três curvas e pontos de coleta de amostras de solo.

Os parâmetros fitossociológicos analisados e utilizados para a caracterização das comunidades estudadas foram Densidade, Área Basal Total, Dominância, Frequência, Valor de Importância, Valor de Cobertura, Índices de Diversidade de Shannon, Simpson e Índice de Equidade.

Os parâmetros fitossociológicos foram calculados no programa FITOPAC II, elaborado por SHEPHERD (1988).

Testes estatísticos de comparação de médias foram processados no programa Statistica for Windows Release 5.1, com o objetivo de verificar diferenças entre os valores obtidos por subparcela e entre as três curvas.

Para isto organizou-se uma tabela contendo o número de espécies, a área basal, a densidade absoluta, a altura média e o diâmetro médio para cada parcela de 10 x 10m do levantamento (cada uma destas considerada uma repetição de modo que, em cada curva, havia sempre duas repetições a cada 10m de distância).

### 3.4 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO

De todas as espécies amostradas, coletou-se material fértil ou estéril, os quais foram prensados em campo e conduzidos ao Laboratório de Dendrologia da UFPR, onde foram herbórizados, registrados, montados e tombados na fitoteca do Herbário Escola de Florestas de Curitiba - EFC (**Anexo 2**).

O material botânico foi identificado pelo Professor Dr. Sandro Menezes Silva, do Departamento de Botânica da UFPR.

### 3.5 COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO

Amostras de solo foram coletadas ao longo do eixo principal em distâncias de 10, 20, 40, 60, 80 e 100m, a partir da margem do rio Guaraguaçu. Para esta atividade utilizou-se trado tipo holandês com 1,80m de comprimento. A cor (obtida pela carta de cores de Munsell) e a presença de tiomorfismo (detectado em campo pela constatação do odor de enxofre, logo após a retirada do material) de cada amostra, eram anotadas em caderneta de campo. Em seguida, a amostra era embalada em saco plástico tamanho A3, vedado com fita adesiva, na qual se anotava o número e a profundidade de coleta. De cada ponto foram coletadas duas amostras em profundidades de 0–30cm e 30–60cm e, em apenas um ponto, foi necessário coletar entre 0–25cm e 25–50cm.

As amostras foram enviadas ao Laboratório de Solos da UFPR - Setor de Ciências Agrárias, para análises granulométrica e química de rotina, segundo metodologia recomendada por EMBRAPA (1979).

A determinação dos teores de Carbono foi realizada no Laboratório de Solos da EMBRAPA/Florestas, pelo processo da mufla.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

No trecho do rio Guaraguaçu, entre a ponte da PR-407 e a área de estudos, as margens são ocupadas por várias comunidades vegetais, ora herbáceas, ora arbóreas, dependendo das condições ambientais e do histórico do local. Ocorrem vários estágios sucessionais da Floresta Ombrófila de Terras Baixas e Aluvial, pastagens e pequenos sítios.

Ao longo de todo o rio é comum a presença de grupos de hidrófitas flutuantes livres tais como *Pistia stratiotes* (Araceae) e *Eichornia crassipes* (Pontederiaceae).

Em remansos e superfícies de agradação, onde há sedimentação recente, e submersos duas vezes ao dia em função das marés, se estabelecem plantas aquáticas com órgãos flutuantes como *Nymphaea rudgeana*, ou aéreos como *Echinodorus grandiflorum* e *Crinum salsa*. O solo destes locais está permanentemente encharcado, mesmo durante a maré baixa, quer seja devido à oscilação do nível da água do rio empurrada pelas marés, ou pelo fenômeno de capilaridade entre as partículas do solo que impede a secagem completa da superfície. Após esta primeira “linha de frente” outras herbáceas formam verdadeiros colchões flutuantes que, com o decorrer dos anos, tendem a colmatar aquele trecho, formando, assim, os ORGANOSSOLOS. Plantas das famílias Polygonaceae, Asteraceae, Begoniaceae, Poaceae e Cyperaceae são normalmente encontradas neste local.

### 4.2 SOLOS

#### Superfície de agradação da curva 1

Esta curva possui o colo de meandro mais estreito das três estudadas, tendo aproximadamente 40m de largura.

As árvores ocupam o ambiente desde a margem do rio Guaraguaçu, onde há um desnível de 30-40cm entre a superfície menos úmida do solo e o leito do rio. O interior da curva é atravessado freqüentemente pelas águas de inundação.

Foram encontradas duas classes de solos nesta curva: ORGANOSSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS. Os ORGANOSSOLOS estavam afastados respectivamente, 10m, 80m e 100m da margem do rio Guaraguaçu, ou seja, na margem e nas porções mais interiorizadas da transe-

ção, e apresentaram-se profundos distróficos fibrícos/hêmicos<sup>21</sup> a hêmicos/sápricos. Com relação ao substrato, encontrou-se textura arenosa na maioria dos casos (Tabela 1).

Os NEOSSOLOS FLÚVICOS foram encontrados afastados respectivamente 20, 40 e 60m do rio Guaraguaçu, ao longo da transeção. Todos são distróficos e com Horizonte A húmico ou moderado, mas sempre epi-hístico, isto é, com a presença de um horizonte orgânico superficial assente imediatamente sobre os horizontes húmico e moderado, cuja espessura variou entre 10 cm e 20cm. As demais camadas são de textura arenosa (Tabela 1).

**Tabela 1** – Curva 1: classificação de solos.

Distância da coleta <sup>#</sup>	Espessura do horizonte hístico	Classificação
10m	120cm	ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico/Sáprico típico distrófico profundo com lenhidade assente sobre substrato textura arenosa.
20m	10cm	NEOSSOLO FLÚVICO Tb típico distrófico A húmico epi-hístico assente sobre substrato textura arenosa.
40m	20cm	NEOSSOLO FLÚVICO Tb típico distrófico A húmico epi-hístico assente sobre substrato textura arenosa.
60m	20cm	NEOSSOLO FLÚVICO Tb típico distrófico A moderado epi-hístico assente sobre substrato textura arenosa.
80m	180cm	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fíbrico/Hêmico típico distrófico profundo substrato mineral não atingido*.
100m	130cm	ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico/Sáprico típico distrófico profundo assente sobre substrato textura arenosa.

<sup>#</sup> - Em relação ao rio; \* - Profundidade do substrato mineral maior que 180cm (comprimento do trado).

A presença quase constante da água é responsável pela existência dos horizontes superficiais hísticos. Em uma das fases de campo realizada durante o inverno (estação seca), foram detectadas fissuras na superfície do solo, devido à contração por perda de água. A secagem parece ter ocorrido apenas na superfície, pois o pequeno desnível entre a lâmina da água do rio e a superfície do solo proporciona um lençol freático elevado durante todo o ano.

Dentre as três curvas estudadas, os solos desta curva foram os que se apresentaram com as maiores porcentagens de areia (Tabela 2).

**Tabela 2** – Curva 1: resultados granulométricos.

Amostra	Horizonte	% Areia			% Silte	% Argila
		fina	grossa	total		
1	H1	44,00	0,00	44,00	48,00	8,00
2	A	60,00	12,00	72,00	22,00	6,00
3	A	44,00	4,00	48,00	44,00	8,00
4	A	54,00	10,00	64,00	32,00	4,00
5	H1	46,00	0,00	46,00	54,00	0,00
6	H1	16,00	2,00	18,00	82,00	0,00

<sup>21</sup> **fíbrico** designa a presença de material facilmente reconhecível devido ao seu baixo grau de decomposição; **hêmico** estágio médio de decomposição onde o material é apenas parcialmente reconhecido; **sáprico** é o grau de decomposição avançado quando é impossível identificar seus componentes.

Estes resultados reforçam a hipótese de que a superfície de agradação da curva 1, por estar situada após um trecho relativamente reto do rio Guaraguaçu, recebe a maior parte da fração areia pelo processo de decantação diferencial quando as águas de inundação atravessam-na, fato este mais evidente nas distâncias 20m, 40m e 60m.

Estes depósitos originam os NEOSSOLOS FLÚVICOS constatados nestes pontos, que podem influenciar a distribuição das árvores na planície, conforme as idéias de DEVALL (1990) e WALKER (1995).

Outras conseqüências deste “atalho” feito pelo rio Guaraguaçu sobre a curva 1 possivelmente sejam os menores teores de carbono, tanto para os ORGANOSSOLOS (entre 88,30g/dm<sup>3</sup> e 126,8088,30g/dm<sup>3</sup>) quanto para os NEOSSOLOS FLÚVICOS (entre 39,90g/dm<sup>3</sup> e 75,20 g/dm<sup>3</sup>), bem como a saturação com alumínio (valor m).

**Tabela 3** – Curva 1: resultados químicos.

Am.	Horiz.	pH CaCl	cmol/dm <sup>3</sup>							mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	100	%	%
			Al <sup>+3</sup>	H+Al	T	Ca <sup>+2</sup> +Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na	P	C	Na/T	m	V
1	H1	4,30	1,60	9,00	11,91	2,70	1,40	0,08	0,13	6,00	88,30	1,09	36,50	24,43
	H2	4,10	1,70	8,40	11,13	2,60	0,60	0,03	0,1	4,00	57,70	0,90	39,30	24,52
2	A	4,40	0,70	7,20	9,98	2,70	1,00	0,05	0,03	6,00	50,00	0,30	20,30	27,85
	C	4,30	1,00	5,80	7,72	1,80	0,50	0,02	0,1	5,00	17,80	1,30	35,50	24,87
3	A	4,30	1,00	7,20	10,27	2,90	1,00	0,12	0,05	27,00	75,20	0,49	24,90	29,89
	C	4,30	0,90	6,20	8,12	1,80	0,70	0,03	0,09	13,00	18,70	1,11	33,00	23,64
4	A	4,30	1,00	6,20	8,18	1,90	0,90	0,04	0,04	28,00	39,90	0,49	34,00	24,20
	C	4,40	0,80	5,40	7,56	2,00	0,60	0,03	0,13	15,00	13,80	1,72	28,30	28,57
5	H1	4,40	0,70	9,30	15,27	5,70	2,90	0,07	0,2	9,00	126,80	1,31	10,80	39,09
	H2	4,40	0,70	10,10	16,79	6,50	3,20	0,06	0,13	21,00	173,60	0,77	9,60	39,84
6	H1	4,50	0,80	7,20	11,37	3,90	2,00	0,08	0,19	10,00	106,10	1,67	16,70	36,67
	H2	4,40	1,00	10,10	15,99	5,50	2,50	0,14	0,25	9,00	264,00	1,56	15,10	36,83

A saturação com alumínio dos ORGANOSSOLOS variou de 10,80% a 36,50% e dos NEOSSOLOS FLÚVICOS, de 20,00% e 34,00%. O alumínio provém dos silicatos e pode estar complexado também pela matéria orgânica (**Tabela 3**).

A capacidade de troca de cátions (T) para os ORGANOSSOLOS variou entre 11,37cmol/dm<sup>3</sup> e 15,27 cmol/dm<sup>3</sup> e, para os NEOSSOLOS FLÚVICOS, entre 8,18cmol/dm<sup>3</sup> e 10,27cmol/dm<sup>3</sup>. Para os ORGANOSSOLOS, os valores são baixos quando comparados aos trabalhos de RACHWAL & CURCIO (no prelo) sobre solos de cinco caxetais no litoral do Paraná. Estes autores encontraram variações entre 27 e 98cmol/dm<sup>3</sup> (**Tabela 3**).

Com relação ao pH, ambas as classes de solos podem ser classificadas como ácidas, cujos valores situaram-se entre 4,30 e 4,50, para ORGANOSSOLOS, e 4,30 a 4,40 para os NEOSSOLOS FLÚVICOS (**Tabela 3**).



As quantidades dos íons cálcio e magnésio ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) encontradas nos ORGANOSSOLOS foram de  $2,70\text{cmol/dm}^3$  a  $5,70\text{cmol/dm}^3$ . Para os NEOSSOLOS FLÚVICOS o valor variou entre  $1,80\text{cmol/dm}^3$  e  $2,70\text{cmol/dm}^3$  (Tabela 3). O valor mais baixo dentre os ORGANOSSOLOS, quando comparado com outros das curvas estudadas a jusante, deve-se, provavelmente, à maior lixiviação ocorrente nesta curva, aos maiores teores de areia, à menor capacidade de troca de cátions (T) e à sua largura.

Os teores de fósforo para os ORGANOSSOLOS foram de  $6,00\text{mg/dm}^3$  e  $10,00\text{mg/dm}^3$ , e para os NEOSSOLOS FLÚVICOS de  $6,00\text{mg/dm}^3$  a  $28,00\text{mg/dm}^3$  (Tabela 3).

As características físico-químicas destes solos são controladas por fatores bióticos e abióticos, simultaneamente, conforme constatado por MARION *et al.* (1990a, b) e VAN CLEVE *et al.* (1993). A produção de biomassa, aliada ao excesso de água, origina o solo orgânico, enquanto a água de inundação é responsável pelo aporte de nutrientes minerais.

ODUM (1969) e JUNK (1980) lembram que a renovação e perda de nutrientes na planície de inundação também estão relacionadas com estes fatores destacando, para os bióticos, a importância das macrófitas aquáticas.

## Superfície de agradação da curva 2

A curva 2 é assimétrica e possui, aproximadamente, 75m de largura em seu colo.

Duas classes de primeira ordem de solos estavam presentes: ORGANOSSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS. Os primeiros foram encontrados a partir da distância 40m, em direção ao interior da curva, sempre profundos quanto à espessura dos horizontes hísticos, e fibrico/hêmicos quanto ao seu estágio de decomposição (Tabela 4).

**Tabela 4** – Curva 2: classificação de solos.

Distância da coleta <sup>*</sup>	Espessura do horizonte hístico	Classificação
10m	25cm	NEOSSOLO FLÚVICO Tb típico distrófico A húmico assente sobre substrato textura média.
20m	25cm	NEOSSOLO FLÚVICO Tb gleico distrófico A hístico assente sobre substrato textura siltosa.
40m	180cm +	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibrico/Hêmico típico distrófico profundo substrato mineral não atingido*.
60m	160cm +	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibrico/Hêmico típico distrófico profundo assente sobre substrato textura arenosa.
80m	180cm +	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibrico/Hêmico típico distrófico profundo substrato mineral não atingido*.
100m	180cm +	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibrico/Hêmico típico distrófico profundo substrato mineral não atingido*.

<sup>\*</sup> - Em relação ao rio; <sup>\*</sup> - Profundidade do substrato mineral maior que 180cm (comprimento do trado).

Os solos Aluvial distrófico A húmico substrato textura média e Aluvial gleizado distrófico A hístico substrato textura siltosa foram encontrados nas distâncias 10m e 20m da transeção, sobre um barranco arenoso com desnível médio de 50-80cm em relação à superfície da água do rio e inclinado suavemente para o interior até a distância de 30m, formando uma bacia rasa e plana onde a água estava, quase sempre, acima do solo. A espessura do horizonte A hístico é de 25cm (**Tabela 4**).

A presença quase constante da água, a partir da distância 30m, é responsável pela existência dos horizontes superficiais hísticos. Porém, na elevação do início da transeção, onde foram encontrados os NEOSSOLOS FLÚVICOS, a água exerce menos influência sobre a matéria orgânica, permitindo que esta se oxide e se decomponha mais rapidamente, sendo um dos motivos da presença de um Horizonte A húmico.

Esta curva possui menor teor de areia (entre 0% e 54,0%) do que a curva 1 (**Tabela 5**).

**Tabela 5**– Curva 2: resultados granulométricos.

Amostra	Horizonte	% Areia			% Silte	% Argila
		finas	grossas	total		
7	A	42,00	0,00	42,00	46,00	12,00
8	A	52,00	2,00	54,00	34,00	12,00
9	H1	2,00	0,00	2,00	90,00	8,00
10	H1	2,00	0,00	2,00	89,00	12,00
11	H1	-	-	-	-	-
12	H1	0,00	0,00	0,00	96,00	4,00

Conforme KENITIRO & BIGARELLA (1979) e CHRISTOFOLETTI (1981), é nas bacias de inundação existentes ao longo das planícies dos rios que são encontrados os depósitos de sedimentos mais finos.

Os teores de carbono, tanto para os ORGANOSSOLOS quanto para os NEOSSOLOS FLÚVICOS, foram os mais elevados neste levantamento ( $271,50\text{g/dm}^3$  até  $297,30\text{g/dm}^3$  e  $63,70\text{g/dm}^3$  a  $100,60\text{g/dm}^3$ , respectivamente) (**Tabela 6**). Com relação aos ORGANOSSOLOS, este fato pode ser devido à microtopografia em forma de bacia, a qual permite o acúmulo de água por mais tempo, acarretando no aumento do teor de carbono do solo.

A saturação com alumínio (valor m) para os ORGANOSSOLOS situou-se entre 9,10% e 14,00%. Enquanto o valor mínimo aproxima-se do verificado na curva 1, o valor máximo é menos da metade do obtido naquela curva. Para os NEOSSOLOS FLÚVICOS, este parâmetro variou entre 29,90% e 33,30% (**Tabela 6**).

A capacidade de troca de cátions (T) para os ORGANOSSOLOS variou de  $17,22\text{cmol/dm}^3$  a  $25,26\text{cmol/dm}^3$ , superiores aos obtidos na curva 1, porém ainda baixos em

A curva 3 é composta por ORGANOSSOLOS profundos com 100cm ou mais de espessura. Exceção se faz à distância 100m, cujo substrato foi atingido a 40cm de profundidade. Todos possuem horizonte orgânico com textura fibríco/hêmica e substrato, na maioria das vezes, com textura arenosa (**Tabela 7**).

**Tabela 7** – Curva 3: classificação de solos.

Distância da coleta <sup>#</sup>	Espessura do horizonte hístico	Classificação
10m	120cm +	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibríco/Hêmico típico distrófico profundo assente sobre substrato textura arenosa.
20m	40cm	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibríco/Hêmico térrico distrófico raso assente sobre substrato textura arenosa.
40m	100cm	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibríco/Hêmico típico distrófico profundo assente sobre substrato textura arenosa.
60m	160cm +	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibríco/Hêmico típico distrófico profundo substrato mineral não atingido**.
80m	160cm +	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibríco/Hêmico típico distrófico profundo substrato mineral não atingido**.
100m	180cm +	ORGANOSSOLO HÁPLICO Fibríco/Hêmico típico distrófico profundo substrato mineral não atingido*.

<sup>#</sup> - Em relação ao rio; \* - Profundidade do substrato mineral maior que 180cm (comprimento do trado); \*\* - Substrato mineral inconsistente, impossível de ser coletado.

Quanto à granulometria, observa-se nos solos da curva 3, as menores porcentagens de areia (entre 0,00% e 12,00%) dentre as três estudadas (**Tabela 8**).

**Tabela 8** – Curva 3: resultados granulométricos.

Amostra	Horizonte	% Areia			% Silte	% Argila
		finas	grossas	total		
13	A	10,00	0,00	10,00	78,00	12,00
14	A	12,00	0,00	12,00	80,00	8,00
15	H1	2,00	0,00	2,00	92,00	6,00
16	H1	0,00	0,00	0,00	94,00	6,00
17	H1	0,00	0,00	0,00	96,00	4,00
18	H1	0,00	0,00	0,00	90,00	10,00

Estes resultados podem estar relacionados com a posição desta curva em relação às demais. Por estar mais a jusante das três, é a que recebe a menor carga de sedimentos pesados (areia) pois a maior parte destes já foi depositada nas duas anteriores devido à perda de competência do rio.

Em relação às características químicas, constatou-se um teor de carbono desde 111,80g/dm<sup>3</sup> até 309,00g/dm<sup>3</sup> (**Tabela 9**).

Também a saturação com alumínio (entre 8,30% e 16,10%) é bem menor que o da curva 1 devido à baixa contribuição de material mineral, mas semelhante aos ORGANOSSOLOS da curva 2 (Tabela 9).

A capacidade de troca de cátions (T) para os solos desta curva oscilou de 13,71cmol/dm<sup>3</sup> até 21,51cmol/dm<sup>3</sup>, sendo também baixos quando comparados com os resultados de RACHWAL & CURCIO (no prelo) (Tabela 9).

**Tabela 9** – Curva 3: resultados químicos.

Am.	Horiz.	pH	cmol/dm <sup>3</sup>							mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	100	%	%
		CaCl	Al <sup>3+</sup>	H+Al	T	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na	P	C	Na/T	m	V
13	H1	4,50	0,50	8,50	14,14	5,40	2,90	0,09	0,15	11,00	145,90	1,06	8,30	39,89
	H2	4,40	1,30	11,10	18,25	6,90	3,80	0,07	0,18	7,00	199,40	0,99	15,70	39,18
14	H1	4,40	0,90	7,80	14,06	6,00	3,10	0,07	0,19	14,00	175,10	1,35	12,90	44,52
	H2	4,30	1,00	5,00	8,01	2,80	1,40	0,04	0,17	10,00	24,00	2,12	26,00	37,58
15	H1	4,20	1,20	10,10	18,67	8,40	5,80	0,10	0,07	15,00	265,90	0,37	12,40	45,90
	H2	4,30	1,40	12,10	18,40	6,00	3,00	0,07	0,23	12,00	272,80	1,25	18,70	34,24
16	H1	4,40	0,80	9,30	13,71	4,10	2,20	0,06	0,25	11,00	111,80	1,82	16,10	32,17
	H2	4,30	1,00	13,20	22,53	9,10	5,50	0,11	0,12	17,00	279,60	0,53	9,80	41,41
17	H1	4,40	0,80	10,10	17,09	6,80	3,70	0,07	0,12	11,00	290,50	0,70	10,40	40,90
	H2	4,00	1,00	18,80	24,52	5,50	2,70	0,05	0,17	12,00	305,50	0,69	15,30	23,33
18	H1	4,40	0,90	12,10	21,51	9,10	5,10	0,09	0,22	18,00	309,00	1,02	8,90	43,75
	H2	4,10	1,90	14,40	22,64	7,90	3,80	0,05	0,29	13,00	291,60	1,28	19,30	36,40

O pH variou entre 4,20 e 4,50, conferindo aos solos desta curva um caráter ácido (Tabela 9).

Os íons cálcio e magnésio somaram valores mínimo e máximo de 4,10cmol/dm<sup>3</sup> e 9,10cmol/dm<sup>3</sup>, respectivamente (Tabela 9).

Foram constatados teores de fósforo de 11,00cmol/dm<sup>3</sup> a 18,00cmol/dm<sup>3</sup> (Tabela 9).

### Comparação granulométrica entre as três superfícies

Ao comparar os valores da análise granulométrica dos horizontes superficiais (H1 para os ORGANOSSOLOS e A para os NEOSSOLOS FLÚVICOS) de cada uma das três curvas, observou-se um decréscimo do teor de areia da curva de montante (curva 1) para a curva de jusante (curva 3).

A fração areia é maior na curva 1, localizada imediatamente após um trecho relativamente retilíneo, onde o rio Guaraguaçu perde pouca energia e possui competência para transportar partículas mais pesadas. Durante as inundações, ao chegar à curva 1, as águas atravessam-na pelo estreito colo e encontram obstáculos como as margens e a vegetação, principal-

mente troncos inclinados e caídos, que diminuem sua energia o suficiente para forçar a decantação das partículas maiores, Neste local constatou-se a presença de uma faixa de NEOSSOLO FLÚVICO.

Ao alcançar a última curva, os teores de areia em suspensão já são baixos e muito pouco fica depositado ali.

Parece haver uma relação direta entre a posição de cada uma das três curvas estudadas e a porcentagem de areia nos horizontes superficiais dos solos.

O ambiente é constantemente inundado pelo rio, que traz consigo sólidos em suspensão das serras adjacentes, depositando-os ao longo da planície. Deve-se considerar que há um processo contínuo de ingresso/saída de nutrientes, esta última, tanto pela lixiviação dos minerais quanto pelo transporte de matéria orgânica pelo rio, proporcionando, segundo ODUM (1969), REISS (1976, citado por JUNK, 1980) e JUNK (1980), um balanço de nutrientes diferenciado dos ambientes mais secos.

Observou-se o acúmulo de matéria orgânica a montante de troncos caídos e emaranhados de raízes, denominados “liteiras suspensas”, indicando o importante papel que estes desempenham na manutenção do ambiente.

Nestes locais as condições não são hidromórficas mas, ao contrário, bem mais secas que os solos abaixo, onde se estabelecem inúmeras espécies vegetais não adaptadas à saturação hídrica do solo local, proporcionando uma maior diversidade de espécies. À medida em que a árvore cresce e exerce maior peso sobre as liteiras, estas tendem a baixar e ser incorporadas ao solo hidromórfico. Daí provém a importância das liteiras suspensas na manutenção de espécies e do equilíbrio dos solos da área estudada.

### 4.3 RESULTADOS FITOSSOCIOLÓGICOS

#### **Superfície de agradação da curva 1**

Foram amostradas 595 árvores em 0,2ha (2975ind./ha), pertencentes a 37 espécies, 28 gêneros e 20 famílias botânicas.

A família com o maior número de espécies foi Myrtaceae (12), seguida por Bignoniaceae, Sapotaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Moraceae e Rubiaceae (2). Cerca de 93,27% da população arbórea (471 indivíduos) concentram-se em oito famílias: Myrtaceae (67,13%; 339), Bignoniaceae (5,35%; 27), Sapotaceae (3,76%; 19), Meliaceae (3,76%; 19), Cecropiaceae (3,56%; 18), Celastraceae (3,56%; 18), Arecaceae (3,37%; 17) e Mimosaceae (2,77%; 14) (Tabela 10).

As famílias com maiores percentuais de importância foram Myrtaceae (40,37%), Bignoniaceae (9,29%), Cecropiaceae (5,51%) e Sapotaceae (4,48%). As árvores mortas estão em segundo lugar, com 11,86% e o grupo das lianas lenhosas em quinto, com 4,64% (**Tabela 10**). Os parâmetros que contribuíram para a dominância da família Myrtaceae foram a densidade e a dominância relativas (56,97% e 49,95%, respectivamente), para Bignoniaceae a dominância relativa (17,66%) e para Sapotaceae a frequência relativa (6,38%).

**Tabela 10**– Curva 1: número de indivíduos, número de espécies, percentual de espécies, percentual de importância e percentual de cobertura por família.

Família	Ni	NSpp	%Spp	PI	PC
MYRTACEAE	339	12	30,77	40,37	53,46
BIGNONIACEAE	27	2	5,13	9,29	11,10
CECROPIACEAE	18	1	2,56	5,51	4,37
SAPOTACEAE	19	2	5,13	4,48	3,53
MIMOSACEAE	14	1	2,56	4,34	2,61
MELIACEAE	19	1	2,56	3,84	1,85
ARECACEAE	17	2	5,13	3,81	2,53
CELASTRACEAE	18	1	2,56	2,53	2,02
EUPHORBIACEAE	7	2	5,13	1,75	1,21
MORACEAE	6	2	5,13	1,70	1,12
MYRSINACEAE	6	1	2,56	1,23	0,78
RUBIACEAE	3	2	5,13	0,90	0,29
FABACEAE	3	1	2,56	0,66	0,28
NYCTAGINACEAE	2	1	2,56	0,59	0,18
LAURACEAE	1	1	2,56	0,35	0,17
MELASTOMATACEAE	1	1	2,56	0,34	0,16
ANNONACEAE	1	1	2,56	0,30	0,10
CLUSIACEAE	1	1	2,56	0,30	0,09
SAPINDACEAE	1	1	2,56	0,30	0,09
NÃO IDENTIFICADA 1	2	1	2,56	0,91	0,65
MORTAS	63	1	2,56	11,86	10,71
LIANAS	27	1	2,56	4,64	2,71
Total	595	39	100,00	100,00	100,00

Ni=número de indivíduos; NSpp.=número de espécies, %Spp.=número de espécies relativo, PI=porcentagem de valor de importância; e PC=porcentagem de valor de cobertura.

*Myrcia insularis* foi a espécie com maior número de indivíduos (194), equivalente a 32,61% das árvores amostradas. Em seguida encontram-se *Marlierea tomentosa* (102, 17,14%) e *Tabebuia cassinoides* (26, 4,37%). O grupo das árvores mortas possui 63 indivíduos (10,59%) (**Tabela 11**).

Domina a comunidade, *M. insularis* com 14,8086m<sup>2</sup>/ha (40,49%), seguida de *T. cassinoides*, com 5,4774m<sup>2</sup>/ha (14,98%) e *M. tomentosa*, com 2,1224m<sup>2</sup>/ha (5,80%). Os valores para as árvores mortas foram elevados, com 3,9581m<sup>2</sup>/ha (10,82%) (**Tabela 11**).

Apenas as árvores mortas foram constatadas em todas as 20 parcelas (100% de frequência absoluta). *M. insularis* e *M. tomentosa* foram encontradas em 19 parcelas (95%), e *T. cassinoides* em apenas sete (35%) (**Tabela 11**).

**Tabela 11** – Curva 1: número de indivíduos, densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância por espécie.

Espécie	Ni	Densidade		Dominância		Frequência		VC	VI
		DA (ind./ha)	DR (%)	DoA (m <sup>2</sup> /ha)	DoR (%)	FA	FR (%)		
<i>Myrcia insularis</i>	194	970,0	32,61	14,8086	40,49	95,00	9,64	73,09	82,74
<i>Martierea tomentosa</i>	102	510,0	17,14	2,1224	5,80	95,00	9,64	22,95	32,59
<i>Tabebuia cassinoides</i>	26	130,0	4,37	5,4774	14,98	35,00	3,55	19,35	22,90
<i>Coussapoa microcarpa</i>	18	90,0	3,03	2,0905	5,72	55,00	5,58	8,74	14,32
<i>Inga</i> sp.	14	70,0	2,35	1,0483	2,87	55,00	5,58	5,22	10,80
<i>Pouteria beaurepairei</i>	17	85,0	2,86	1,1789	3,22	45,00	4,57	6,08	10,65
<i>Guarea macrophylla</i> ssp. <i>tuberculata</i>	19	95,0	3,19	0,1875	0,51	55,00	5,58	3,71	9,29
<i>Euterpe edulis</i>	15	75,0	2,52	0,5154	1,41	45,00	4,57	3,93	8,50
<i>Myrcia cymosopaniculata</i>	13	65,0	2,18	0,5157	1,41	45,00	4,57	3,59	8,16
<i>Maytenus robusta</i>	18	90,0	3,03	0,3709	1,01	25,00	2,54	4,04	6,58
<i>Myrcia dichrophylla</i>	9	45,0	1,51	0,3881	1,06	35,00	3,55	2,57	6,13
<i>Martierea reitzii</i>	7	35,0	1,18	0,1450	0,40	25,00	2,54	1,57	4,11
<i>Tabebuia umbellata</i>	1	5,0	0,17	0,9806	2,68	5,00	0,51	2,85	3,36
<i>Ficus organensis</i>	5	25,0	0,84	0,3420	0,94	15,00	1,52	1,78	3,30
<i>Rapanea</i> cf. <i>intermedia</i>	6	30,0	1,01	0,2033	0,56	15,00	1,52	1,56	3,09
<i>Pera glabrata</i>	5	25,0	0,84	0,4273	1,17	10,00	1,02	2,01	3,02
<i>Calypttranthes</i> cf. <i>rubella</i>	3	15,0	0,50	0,0598	0,16	15,00	1,52	0,67	2,19
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2	10,0	0,34	0,2885	0,79	10,00	1,02	1,12	2,14
<i>Calypttranthes lucida</i> var. <i>polyantha</i>	3	15,0	0,50	0,0198	0,05	15,00	1,52	0,56	2,08
<i>Myrcia racemosa</i>	2	10,0	0,34	0,1097	0,30	10,00	1,02	0,64	1,65
<i>Andira</i> cf. <i>anthelmintica</i>	3	15,0	0,50	0,0174	0,05	10,00	1,02	0,55	1,57
<i>Manilkara subsericea</i>	2	10,0	0,34	0,2364	0,65	5,00	0,51	0,98	1,49
Myrtaceae 1	2	10,0	0,34	0,0436	0,12	10,00	1,02	0,46	1,47
<i>Martierea obscura</i>	2	10,0	0,34	0,0331	0,09	10,00	1,02	0,43	1,44
<i>Alchornea triplinervia</i>	2	10,0	0,34	0,0288	0,08	10,00	1,02	0,41	1,43
<i>Alibertia concolor</i>	2	10,0	0,34	0,0177	0,05	10,00	1,02	0,38	1,40
cf. <i>Neea schwackeana</i>	2	10,0	0,34	0,0096	0,03	10,00	1,02	0,36	1,38
<i>Ficus gameleira</i>	1	5,0	0,17	0,1118	0,31	5,00	0,51	0,47	0,98
<i>Nectandra oppositifolia</i>	1	5,0	0,17	0,0593	0,16	5,00	0,51	0,33	0,84
<i>Miconia cinerascens</i>	1	5,0	0,17	0,0545	0,15	5,00	0,51	0,32	0,82
<i>Myrcia grandiflora</i>	1	5,0	0,17	0,0115	0,03	5,00	0,51	0,20	0,71
<i>Rollinia sericea</i>	1	5,0	0,17	0,0115	0,03	5,00	0,51	0,20	0,71
<i>Psidium</i> cf. <i>cattleianum</i>	1	5,0	0,17	0,0100	0,03	5,00	0,51	0,20	0,70
<i>Randia armata</i>	1	5,0	0,17	0,0078	0,02	5,00	0,51	0,19	0,70
<i>Garcinea gardneriana</i>	1	5,0	0,17	0,0067	0,02	5,00	0,51	0,19	0,69
<i>Matayba guianensis</i>	1	5,0	0,17	0,0048	0,01	5,00	0,51	0,18	0,69
Não identificada 1	2	10,0	0,34	0,3527	0,96	10,00	1,02	1,30	2,32
Mortas	63	315,0	10,59	3,9581	10,82	100,00	10,15	21,41	31,56
Lianas	27	135,0	4,54	0,3192	0,87	60,00	6,09	5,41	11,50
Total	595	2975	100,00	36,5742	100,00	985,00	100,00	200,00	300,00

Ni=Número de indivíduos; DA=densidade absoluta; DR=densidade relativa; DoA=dominância absoluta; DoR=dominância relativa; FA=frequência absoluta; FR=frequência relativa; VC=valor de cobertura; e VI=valor de importância

Os maiores valores de importância foram para *Myrcia insularis* (82,74), *Martierea tomentosa* (32,59), *Tabebuia cassinoides* (22,90) e *Coussapoa microcarpa* (14,32). O valor de importância do grupo das árvores mortas foi de 31,56 (Tabela 11).

Para *M. insularis*, os três parâmetros que compõem o valor de importância foram elevados, enquanto para *M. tomentosa* foi a densidade e para *T. cassinoides* a dominância relativa. Isto quer dizer que as baixas densidade e frequência de *T. cassinoides* são compensadas pelos grandes portes das árvores desta espécie encontradas no levantamento (Tabela 11).

O maior diâmetro encontrado neste levantamento foi de 62,39cm, para um indivíduo de *T. cassinoides*. A média deste parâmetro, para a curva 1, é de 10,22cm.

A comunidade é composta por apenas um estrato arbóreo definido, com altura média de 6,7m, dominado por *Myrcia insularis*. Emergem do dossel indivíduos com alturas variando entre 8,0 e 18,0m pertencentes às espécies *M. insularis*, *Coussapoa microcarpa*, *Tabebuia cassioides*, *Pouteria beaurepairei*, *Manilkara subsericea*, *Alchornea triplinervia* e *Tabebuia umbellata*.

Constatou-se que, para a variável altura média, houve diferenças significativas entre as parcelas ( $p=0,037443$ ), considerando-se um nível de probabilidade de 95% (**Tabela 12**).

**Tabela 12** – Curva 1: análise de variância para os parâmetros fitossociológicos.

	QM	QME	F	p
NSPP	10,9	3,7	2,984779	0,051766
AB	0,0	0,0	0,849066	0,592210
DA	948055,6	422500,0	2,243918	0,112031
<b>H</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>	<b>3,325490</b>	<b>0,037443</b>
DIAM	0,5	2,1	0,228755	0,981636

NSPP=número de espécies; AB=área basal; DA=densidade absoluta; H=altura média; e DIAM=diâmetro médio.

Observa-se, na comparação entre as médias pelo teste de Tukey, que a parcela 10, localizada na distância 100m da transeção foi a responsável pela diferença significativa entre as médias (**Tabela 13**).

Nesta parcela as alturas máximas são semelhantes às das demais parcelas mas há um número maior de árvores mais altas o que eleva a média deste parâmetro para 8,14m.

Os resultados obtidos para as parcelas 4, 5 e 6 da curva 1, situadas sobre NEOSSOLOS FLÚVICOS, não foram diferentes em relação às demais parcelas localizadas sobre ORGANOS SOLOS, senão devido à presença de uma clareira causada pela queda natural de uma grande árvore de *T. umbellata*.

**Tabela 13**– Curva 1: comparação de médias para o parâmetro altura (H) pelo teste de Tukey entre as parcelas .

Parcela	Altura média (H)	
1	6,15	a
3	5,80	a
5	6,15	a
8	6,15	a
2	6,50	ab
4	6,70	ab
6	6,70	ab
7	6,45	ab
9	6,95	ab
10	8,14	b



DEVALL (1990), WALKER (1993) e HODGES (1997) afirmam que a composição florística e os padrões sucessionais são fortemente influenciados pelos eventos hidrológicos e particularmente pelas relações e tipos de deposição. Porém este fato não foi constatado neste estudo.

Por se tratar de um solo mineral com um horizonte hístico menos profundo, os NEOSSOLOS FLÚVICOS deveriam proporcionar mais estabilidade para as árvores, permitindo um maior tempo de vida e, conseqüentemente, portes maiores.

Todavia, o evento da queda natural de uma árvore sobre este solo, demonstra que, apesar da possibilidade de permanência por mais tempo neste local, a estabilidade é apenas relativa.

## Superfície de agradação da curva 2

A área total amostrada nesta curva foi de 0,2ha. Foram medidas e identificadas 708 árvores de 40 espécies distribuídas entre 21 famílias botânicas que proporcionaram uma densidade total de 3540 ind./ha.

Muito semelhante à anterior, a curva 2 também concentra na família Myrtaceae o maior número de espécies (14), seguida de Rubiaceae (3), Arecaceae, Nyctaginaceae, Bignoniaceae e Melastomataceae (2). A concentração de indivíduos também ficou entre oito famílias: Myrtaceae (435; 70,27%), Mimosaceae (30; 4,85%), Arecaceae (28; 4,52%), Celastraceae (27; 4,36%), Cecropiaceae (26; 4,20%), Bignoniaceae (16; 2,58%), Sapotaceae (16; 2,58%) e Meliaceae (13; 2,10%), correspondente a 591 indivíduos ou 95,48% (Tabela 14).

As famílias com maiores percentuais de importância foram Myrtaceae (45,05%), Bignoniaceae (5,93%), Cecropiaceae (5,78%) e Arecaceae (5,65%), sendo que as árvores mortas estão em segundo lugar com 9,61% (Tabela 14).

**Tabela 14**– Curva 2: número de indivíduos, número de espécies, percentual de espécies, percentual de importância e percentual de cobertura por família.

Família	Ni	NSpp	%Spp	PI	PC
MYRTACEAE	435	14	35,00	45,05	61,48
BIGNONIACEAE	16	2	5,00	5,93	6,15
CECROPIACEAE	26	1	2,50	5,78	4,71
ARECACEAE	28	2	5,00	5,65	3,59
MIMOSACEAE	30	1	2,50	5,13	3,74
CELASTRACEAE	27	1	2,50	4,18	2,61
SAPOTACEAE	16	1	2,50	3,78	2,62
MELIACEAE	13	1	2,50	2,73	1,05
EUPHORBIACEAE	5	1	2,50	1,33	0,47
NYCTAGINACEAE	5	2	5,00	1,28	0,39
MELASTOMATACEAE	4	2	5,00	1,11	0,45

Continua...

...Continuação

Família	Ni	NSpp	%Spp	PI	PC
FABACEAE	4	1	2,50	0,94	0,50
RUBIACEAE	3	3	7,50	0,82	0,31
MALVACEAE	2	1	2,50	0,51	0,15
MORACEAE	1	1	2,50	0,28	0,11
FLACOURTIACEAE	1	1	2,50	0,27	0,11
MONIMIACEAE	1	1	2,50	0,26	0,08
CLUSIACEAE	1	1	2,50	0,25	0,08
NÃO IDENTIFICADA 1	1	1	2,50	0,33	0,19
MORTAS	57	1	2,50	9,61	8,62
LIANAS	32	1	2,50	4,77	2,57
Total	708	40	100,00	100,00	100,00

Ni=Número de indivíduos; NSpp.=número de espécies; %Spp.=número de espécies relativo; PI=porcentagem de valor de importância; e PC=porcentagem de valor de cobertura.

Das 708 árvores desta curva, 266 (37,57%) são *Myrcia insularis*, 118 (16,67%) *Marlierea tomentosa* e 26 (3,67%), *Coussapoa microcarpa*. As árvores mortas totalizam 57 (8,05%) indivíduos e *Tabebuia cassinoides* esteve representada por 15 exemplares (2,12%). A densidade relativa de *M. insularis* é mais que o dobro do valor obtido para *M. tomentosa*, a segunda espécie para este parâmetro (Tabela 15).

**Tabela 15**– Curva 2: número de indivíduos, densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância por espécie.

Espécie	Ni	Densidade		Dominância		Frequência		VC	VI
		DA (ind./ha)	DR (%)	DoA (m <sup>2</sup> /ha)	DoR (%)	FA	FR (%)		
<i>Myrcia insularis</i>	266	1330,0	37,57	19,6874	50,10	100,00	8,93	87,67	96,60
<i>Marlierea tomentosa</i>	118	590,0	16,67	2,3400	5,95	100,00	8,93	22,62	31,55
<i>Coussapoa microcarpa</i>	26	130,0	3,67	2,2616	5,76	65,00	5,80	9,43	15,23
<i>Tabebuia cassinoides</i>	15	75,0	2,12	3,4134	8,69	45,00	4,02	10,80	14,82
<i>Euterpe edulis</i>	27	135,0	3,81	1,1320	2,88	75,00	6,70	6,69	13,39
<i>Inga</i> sp.	30	150,0	4,24	1,2707	3,23	65,00	5,80	7,47	13,27
<i>Maytenus robusta</i>	27	135,0	3,81	0,5520	1,40	60,00	5,36	5,22	10,58
<i>Pouteria beaurepairei</i>	16	80,0	2,26	1,1719	2,98	50,00	4,46	5,24	9,71
<i>Guarea macrophylla</i> ssp. <i>tuberculata</i>	13	65,0	1,84	0,1041	0,26	50,00	4,46	2,10	6,57
<i>Myrcia cymosopaniculata</i>	8	40,0	1,13	0,6591	1,68	35,00	3,13	2,81	5,93
<i>Marlierea reitzii</i>	10	50,0	1,41	0,1624	0,41	35,00	3,13	1,83	4,95
<i>Myrcia racemosa</i>	8	40,0	1,13	0,3826	0,97	25,00	2,23	2,10	4,34
<i>Alchornea triplinervia</i>	5	25,0	0,71	0,0955	0,24	25,00	2,23	0,95	3,18
<i>Myrcia dichrophylla</i>	4	20,0	0,56	0,0633	0,16	20,00	1,79	0,73	2,51
<i>Marlierea obscura</i>	4	20,0	0,56	0,0373	0,09	20,00	1,79	0,66	2,45
<i>Andira</i> cf. <i>anthelmintica</i>	4	20,0	0,56	0,1705	0,43	15,00	1,34	1,00	2,34
<i>Calyptanthus lucida</i> var. <i>polyantha</i>	5	25,0	0,71	0,1091	0,28	15,00	1,34	0,98	2,32
<i>Myrceugenia miersiana</i>	4	20,0	0,56	0,3221	0,82	10,00	0,89	1,38	2,28
<i>Miconia cinerascens</i>	3	15,0	0,42	0,1138	0,29	15,00	1,34	0,71	2,05
<i>Tabebuia umbellata</i>	1	5,0	0,14	0,5353	1,36	5,00	0,45	1,50	1,95
<i>Guapira</i> cf. <i>asperula</i>	3	15,0	0,42	0,0190	0,05	15,00	1,34	0,47	1,81
<i>Gomidesia schaweriana</i>	2	10,0	0,28	0,1262	0,32	10,00	0,89	0,60	1,50
<i>Calyptanthus</i> cf. <i>rubella</i>	2	10,0	0,28	0,1110	0,28	10,00	0,89	0,56	1,46
cf. <i>Neea schwackeana</i>	2	10,0	0,28	0,0115	0,03	10,00	0,89	0,31	1,20
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	2	10,0	0,28	0,0105	0,03	10,00	0,89	0,31	1,20
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	5,0	0,14	0,1385	0,35	5,00	0,45	0,49	0,94
<i>Myrcia multiflora</i>	2	10,0	0,28	0,0549	0,14	5,00	0,45	0,42	0,87
<i>Gomidesia palustris</i>	1	5,0	0,14	0,0736	0,19	5,00	0,45	0,33	0,77
<i>Alibertia concolor</i>	1	5,0	0,14	0,0697	0,18	5,00	0,45	0,32	0,76
<i>Myrcia grandiflora</i>	1	5,0	0,14	0,0460	0,12	5,00	0,45	0,26	0,70
<i>Ficus organensis</i>	1	5,0	0,14	0,0335	0,09	5,00	0,45	0,23	0,67
<i>Xylosma glaberrimum</i>	1	5,0	0,14	0,0290	0,07	5,00	0,45	0,21	0,66
<i>Miconia</i> sp.	1	5,0	0,14	0,0175	0,04	5,00	0,45	0,19	0,63

Continua...

...Continuação

Espécie	Ni	Densidade		Dominância		Frequência		VC	VI
		DA (ind./ha)	DR (%)	DoA (m <sup>2</sup> /ha)	DoR (%)	FA	FR (%)		
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1	5,0	0,14	0,0048	0,01	5,00	0,45	0,15	0,60
<i>Mollinedia</i> sp.	1	5,0	0,14	0,0067	0,02	5,00	0,45	0,16	0,60
<i>Randia armata</i>	1	5,0	0,14	0,0040	0,01	5,00	0,45	0,15	0,60
Não identificada 1	1	5,0	0,14	0,0917	0,23	5,00	0,45	0,37	0,82
Mortas	58	285,0	8,05	3,6102	9,19	95,00	8,48	17,24	25,72
Lianas	32	160,0	4,52	0,2475	0,63	75,00	6,70	5,15	11,85
Total	708	3535,0	100,00	39,2899	100,00	1115,00	100,00	200,00	300,00

Ni=Número de indivíduos; DA=densidade absoluta; DR=densidade relativa; DoA=dominância absoluta; DoR=dominância relativa; FA=frequência absoluta; FR=frequência relativa; VC=valor de cobertura; e VI=valor de importância.

Em termos de dominância, novamente *M. insularis* está em primeiro lugar com 19,6874m<sup>2</sup>/ha (50,10%), *T. cassinoides* em segundo com 3,4134m<sup>2</sup>/ha (8,69%) e *M. tomentosa* em terceiro com 2,3400m<sup>2</sup>/ha (5,95%). As árvores mortas receberam um valor de dominância de 3,6102m<sup>2</sup>/ha, correspondente a 9,19% do total (**Tabela 15**).

Na curva 2, apenas *M. insularis* e *M. tomentosa* estiveram presentes nas 20 parcelas alocadas, enquanto *T. cassinoides* foi constatada em apenas 9 parcelas (45% de frequência). As árvores mortas estiveram ausentes em apenas uma parcela (95%) (**Tabela 15**).

As espécies com os maiores valores de importância foram *Myrcia insularis* (96,60), *Marlierea tomentosa* (31,55), *Coussapoa microcarpa* (15,23) e *Tabebuia cassinoides* (14,82). O valor de importância para o grupo das árvores mortas foi de 25,72 (**Tabela 15**).

*C. microcarpa* aparece em terceiro lugar com relação ao valor de importância, acima de *T. cassinoides*, devido à sua frequência e densidade pouco superiores.

A comunidade é composta por apenas um estrato arbóreo definido, com altura média de 7,0m. Emergem do dossel indivíduos com alturas variando entre 10,0 e 19,0m, pertencentes às espécies *M. insularis*, *C. microcarpa*, *T. cassinoides*, *Pouteria beaurepairei*, *Syagrus romanzoffiana* e *Tabebuia umbellata*.

O maior diâmetro encontrado em uma árvore viva é de 41,0cm para *T. cassinoides* e a média do levantamento foi de 10,0cm.

As parcelas da curva 2 não são significativamente diferentes entre si (**Tabela 16**).

Também na curva 2 as parcelas 1 e 2 estão sobre NEOSSOLOS FLÚVICOS, cujos parâmetros não diferem estatisticamente, mas são pouco superiores aos obtidos pelas demais parcelas desta e das outras duas curvas. Esta diferença pode ser atribuída à maior elevação destas em relação ao nível médio da água do rio Guaraguaçu. Por estarem em posição mais elevada (cerca de 40-50cm acima do rio) são menos influenciados pelas cheias, isto é, passam menos tempo submersas e o nível de água no subsolo é mais baixo.

**Tabela 16**– Curva 2: análise de variância para os parâmetros fitossociológicos.

	QM	QME	F	p
NSPP	5,6	15,0	0,369509	0,925159
AB	0,0	0	0,921292	0,544282
DA	562444,4	1241000	0,453219	0,875449
H	0,5	0	0,970450	0,513320
DIAM	2,4	4,0	0,645846	0,738546

NSPP=número de espécies; AB=área basal; DA=densidade absoluta; H=altura média; e DIAM=diâmetro médio.

CHRISTOFOLETTI (1981) lembra que diques marginais, por serem mais elevados que a planície adjacente, permanecem menos tempo submersos, suportando, por isso, vegetação mais desenvolvida.

Também HOSNER & MINCKLER (1963), EVERETT (1968), NIXON *et al.* (1977), HUPP (1982, 1983) e HUPP & OSTERKAMP (1985), afirmam que as diferenças microtopográficas são suficientes para promover variações dentro de uma comunidade vegetal.

### Superfície de agradação da curva 3

Foram amostradas 736 árvores em 0,2ha (3680ind./ha), pertencentes a 34 espécies, 26 gêneros e 18 famílias botânicas.

Para a curva 3, novamente Myrtaceae foi a família com o maior número de espécies (13), seguida por Arecaceae, Rubiaceae, Fabaceae e Melastomataceae, cada uma com duas espécies. Neste local, Myrtaceae (428; 68,26%), Mimosaceae (43; 6,85%), Arecaceae (38; 6,06%), Cecropiaceae (26; 4,15%), Bignoniaceae (25; 3,99%), Celastraceae (14; 2,23%) e Meliaceae (12; 1,91%) abrangem 586 indivíduos o que corresponde a 93,46% das árvores vivas existentes neste local (Tabela 17).

**Tabela 17**– Curva 3: número de indivíduos, número de espécies, percentual de espécies, percentual de importância e percentual de cobertura por família.

Família	Ni	NSpp	%Spp	PI	PC
MYRTACEAE	428	13	36,11	42,57	57,41
BIGNONIACEAE	25	1	2,78	9,15	9,85
MIMOSACEAE	43	1	2,78	7,16	5,57
ARECACEAE	38	2	5,56	6,68	4,86
CECROPIACEAE	26	1	2,78	6,30	4,93
MELIACEAE	12	1	2,78	2,60	1,00
CELASTRACEAE	14	1	2,78	1,99	1,38
SAPOTACEAE	9	1	2,78	1,83	1,46
MALVACEAE	8	1	2,78	1,28	0,62
EUPHORBIACEAE	6	1	2,78	1,21	0,53
NYCTAGINACEAE	5	1	2,78	0,90	0,38
RUBIACEAE	4	2	5,56	0,84	0,30
FABACEAE	2	2	5,56	0,58	0,22
MELASTOMATACEAE	2	2	5,56	0,53	0,15
MYRSINACEAE	1	1	2,78	0,31	0,13
CLUSIACEAE	1	1	2,78	0,28	0,10
FLACOURTIACEAE	1	1	2,78	0,28	0,10

Continua...

...Continuação

Família	Ni	NSpp	%Spp	PI	PC
NÃO IDENTIFICADA 1	2	1	2,78	0,64	0,31
MORTAS	64	1	2,78	9,05	7,13
LIANAS	45	1	2,78	5,82	3,56
Total	736	36	100,00	100,00	100,00

Ni=Número de indivíduos; NSpp.=número de espécies; %Spp.=número de espécies relativo; PI=porcentagem de valor de importância; e PC=porcentagem de valor de cobertura.

As famílias com os maiores percentuais de importância foram Myrtaceae com 42,57%, Bignoniaceae com 9,15% e Mimosaceae com 7,16%. A categoria “Mortas” está em terceiro lugar com 9,05%. Os três parâmetros contribuíram para a elevada percentagem de importância da família Myrtaceae, enquanto, para Bignoniaceae, foi principalmente a dominância relativa (16,31%). O percentual de importância de Mimosaceae recebeu as maiores contribuições da densidade (5,84%) e frequência relativas (5,84%) (Tabela 17).

O número de indivíduos para *Myrcia insularis* foi de 274, equivalente a 37,23% das árvores amostradas. Em seguida aparece *Marlierea tomentosa* com 102 indivíduos, correspondente a 13,86% do total. A terceira espécie em número de indivíduos é *Inga* sp., cujo número de indivíduos (43) equivale a 5,84% do total de árvores. O grupo das árvores mortas está representado por 64 indivíduos (8,7%) e as lianas por 45 (6,11%) (Tabela 18).

**Tabela 18**– Curva 3: número de indivíduos, densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância por espécie.

Espécie	Ni	Densidade		Dominância		Frequência		VC	VI
		DA (ind./ha)	DR (%)	DoA (m <sup>2</sup> /ha)	DoR (%)	FA	FR (%)		
<i>Myrcia insularis</i>	274	1370,0	37,23	18,5590	45,66	100,00	9,22	82,89	92,11
<i>Marlierea tomentosa</i>	102	510,0	13,86	1,9931	4,90	100,00	9,22	18,76	27,98
<i>Tabebuia cassinoides</i>	25	125,0	3,40	6,6291	16,31	60,00	5,53	19,71	25,24
<i>Inga</i> sp.	43	215,0	5,84	2,1572	5,31	80,00	7,37	11,15	18,52
<i>Coussapoa microcarpa</i>	26	130,0	3,53	2,5712	6,33	70,00	6,45	9,86	16,31
<i>Euterpe edulis</i>	35	175,0	4,76	1,4091	3,47	75,00	6,91	8,22	15,13
<i>Myrcia cymosopaniculata</i>	17	85,0	2,31	1,5446	3,80	55,00	5,07	6,11	11,18
<i>Marlierea reitzii</i>	18	90,0	2,45	0,2701	0,66	60,00	5,53	3,11	8,64
<i>Guarea macrophylla</i> ssp. <i>tuberculata</i>	12	60,0	1,63	0,1473	0,36	45,00	4,15	1,99	6,14
<i>Maytenus robusta</i>	14	70,0	1,90	0,3482	0,86	25,00	2,30	2,76	5,06
<i>Pouteria beaurepairei</i>	9	45,0	1,22	0,6887	1,69	20,00	1,84	2,92	4,76
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	8	40,0	1,09	0,0647	0,16	20,00	1,84	1,25	3,09
<i>Alchornea triplinervia</i>	6	30,0	0,82	0,0975	0,24	20,00	1,84	1,06	2,90
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3	15,0	0,41	0,4396	1,08	15,00	1,38	1,49	2,87
<i>Guapira</i> cf. <i>asperula</i>	5	25,0	0,68	0,0362	0,09	15,00	1,38	0,77	2,15
<i>Calyptanthus lucida</i> var. <i>polyantha</i>	3	15,0	0,41	0,0318	0,08	15,00	1,38	0,49	1,87
<i>Gomidesia palustris</i>	3	15,0	0,41	0,2065	0,51	10,00	0,92	0,92	1,84
<i>Psychotria nuda</i>	3	15,0	0,41	0,0164	0,04	15,00	1,38	0,45	1,83
<i>Myrcia grandiflora</i>	2	10,0	0,27	0,1495	0,37	10,00	0,92	0,64	1,56
<i>Gomidesia schaweriana</i>	2	10,0	0,27	0,1200	0,30	10,00	0,92	0,57	1,49
<i>Myrcia racemosa</i>	2	10,0	0,27	0,0150	0,04	10,00	0,92	0,31	1,23
<i>Myrcogenia miersiana</i>	2	10,0	0,27	0,0107	0,03	10,00	0,92	0,30	1,22
<i>Calyptanthus</i> cf. <i>rubella</i>	1	5,0	0,14	0,0702	0,17	5,00	0,46	0,31	0,77
<i>Andira</i> cf. <i>anthelmintica</i>	1	5,0	0,14	0,0636	0,16	5,00	0,46	0,29	0,75
<i>Myrcia multiflora</i>	1	5,0	0,14	0,0545	0,13	5,00	0,46	0,27	0,73
<i>Rapanea</i> cf. <i>intermedia</i>	1	5,0	0,14	0,0545	0,13	5,00	0,46	0,27	0,73
<i>Xylosma glaberrimum</i>	1	5,0	0,14	0,0290	0,07	5,00	0,46	0,21	0,67

Continua...

...Continuação

Espécie	Ni	Densidade		Dominância		Frequência		VC	VI
		DA (ind./ha)	DR (%)	DoA (m <sup>2</sup> /ha)	DoR (%)	FA	FR (%)		
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1	5,0	0,14	0,0269	0,07	5,00	0,46	0,20	0,66
<i>Erythrina speciosa</i>	1	5,0	0,14	0,0078	0,02	5,00	0,46	0,16	0,62
Melastomataceae 1	1	5,0	0,14	0,0067	0,02	5,00	0,46	0,15	0,61
<i>Miconia</i> sp.	1	5,0	0,14	0,0048	0,01	5,00	0,46	0,15	0,61
<i>Myrcia dichrophylla</i>	1	5,0	0,14	0,0074	0,02	5,00	0,46	0,15	0,61
<i>Randia armata</i>	1	5,0	0,14	0,0040	0,01	5,00	0,46	0,15	0,61
Não identificada 1	2	10,0	0,27	0,1414	0,35	10,00	0,92	0,62	1,54
Mortas	64	320,0	8,70	2,2586	5,56	100,00	9,22	14,25	23,47
Lianas	45	225,0	6,11	0,4107	1,01	80,00	7,37	7,12	14,50
Total	736	3580,0	100,00	40,6456	100,00	1085,00	100,00	200,00	300,00

Ni=Número de indivíduos; DA=densidade absoluta; DR=densidade relativa; DoA=dominância absoluta; DoR=dominância relativa; FA=frequência absoluta; FR=frequência relativa; VC=valor de cobertura; e VI=valor de importância.

A densidade relativa de *M. insularis* (37,23%) é 2,7 vezes maior que a de *Marlierea tomentosa* (13,86%), enquanto, para *T. cassinoides*, o valor foi muito baixo (3,40%) (Tabela 18).

A comunidade arbórea é dominada por *M. insularis* com 18,5590m<sup>2</sup>/ha (45,66%), seguida de *T. cassinoides*, com 6,6291m<sup>2</sup>/ha (16,31%) e *M. tomentosa*, com 1,9931m<sup>2</sup>/ha (4,90%). Também aqui, as árvores mortas têm valores elevados para este parâmetro (2,2586m<sup>2</sup>/ha; 5,56%) (Tabela 18).

*M. insularis*, *M. tomentosa* e as árvores mortas foram constatadas em todas as 20 parcelas do levantamento. *T. cassinoides* esteve presente em 60% (12 parcelas) (Tabela 18).

A espécie *Myrcia insularis* possui um valor de importância de 92,11, seguida de *Marlierea tomentosa* com 27,90 e *Tabebuia cassinoides* com 25,24. As árvores mortas compõem um valor de importância de 23,47, logo abaixo de *T. cassinoides* (Tabela 18).

Todos os três componentes do valor de importância contribuíram para a espécie *M. insularis*. *M. tomentosa* sobressai na densidade e *T. cassinoides* na dominância relativa.

O diâmetro, em geral, situa-se ao redor de 9,9cm com um máximo de 61,7cm obtido de uma árvore de *T. cassinoides*.

A fisionomia da comunidade arbórea caracteriza-se por um estrato contínuo e homogêneo com altura média de 7,21m do qual sobressaem indivíduos emergentes, de *T. cassinoides*, *M. insularis*, *Myrcia cymosopaniculata*, *Syagrus romanzoffiana* e *Xylosma glaberrimum*.

Da mesma forma que a curva 2, não foram observadas diferenças significativas entre os parâmetros analisados na curva 3, considerando-se o nível de probabilidade de 95% (Tabela 19).

**Tabela 19** – Curva 3: análise de variância para os parâmetros fitossociológicos.

	QM	QME	F	p
NSPP	3,8	9,3	0,408602	0,903128
AB	0,0	0,0	1,119184	0,428393
DA	382000,0	863000,0	0,442642	0,882225
H	0,4	0,4	1,008981	0,490044
DIAM	2,7	1,4	1,832241	0,179483

NSPP=número de espécies; AB=área basal; DA=densidade absoluta; H=altura média; e DIAM=diâmetro médio.

## As três superfícies de gradação

### Composição florística

Para todo o levantamento fitossociológico (curvas 1, 2, e 3), foram encontradas 50 espécies arbóreas pertencentes a 37 gêneros distribuídos entre 23 famílias botânicas (**Tabela 20**).

**Tabela 20**– Curvas 1, 2 e 3: distribuição do número de espécies, gêneros e famílias.

Curva	nº de espécies	nº de gêneros	nº de famílias
1	37	28	20
2	38	28	19
3	34	26	18
<b>Total*</b>	<b>50</b>	<b>37</b>	<b>23</b>

\* Não corresponde ao somatório nas colunas mas ao número total obtido no levantamento.

Dentre as 23 famílias, uma não foi determinada por falta de material fértil e se apresentou com apenas uma espécie. Myrtaceae foi a família melhor representada, com um total de 16 espécies, seguida por Melastomataceae e Rubiaceae, cada uma com três espécies. Todas as árvores mortas com PAP dentro do critério adotado (10cm), foram incluídas em uma categoria denominada “Mortas”, tanto para espécie, quanto para família. O mesmo ocorreu para as lianas lenhosas, agrupadas como “Lianas” (**Anexo 2**).

Do número total de 2039 árvores amostradas, 1202 pertencem à família Myrtaceae (com 16 espécies), o que corresponde a 58,95% do total. As 837 árvores restantes estão distribuídas entre as outras 21 famílias presentes. A família Mimosaceae, com apenas uma espécie (*Inga* sp.), vem em segundo lugar e possui 87 indivíduos (4,27%), seguida por Arecaceae, com duas espécies e 83 indivíduos (4,07%) e Cecropiaceae, também com apenas uma espécie e 70 indivíduos (3,43%) (**Tabela 21**).

**Tabela 21** – Curvas 1, 2 e 3: distribuição do número de espécies e de indivíduos por família.

Família	Curva 1		Curva 2		Curva 3		Total	
	Spp.	Indivíduo	Spp.	Indivíduo	Spp.	Indivíduo	Spp.	Indivíduo
ANNONACEAE	1	1	0	0	0	0	1	1
ARECACEAE	2	17	2	28	2	38	2	83
BIGNONIACEAE	2	27	2	16	1	25	2	68
CECROPIACEAE (MORACEAE)	1	18	1	26	1	26	1	70
CELASTRACEAE	1	18	1	27	1	14	1	59
CLUSIACEAE	1	1	1	1	1	1	2	3
EUPHORBIACEAE	2	7	1	5	1	6	2	18
FABACEAE	1	3	1	4	2	2	2	9
FLACOURTIACEAE	0	0	1	1	1	1	1	2
LAURACEAE	1	1	0	0	0	0	1	1
MALVACEAE	0	0	1	2	1	8	1	10
MELASTOMATACEAE	1	1	2	4	2	2	3	7
MELIACEAE	1	19	1	13	1	12	1	44
MIMOSACEAE	1	14	1	30	1	43	1	87
MONIMIACEAE	0	0	1	1	0	0	1	1
MORACEAE	2	6	1	1	0	0	2	7
MYRSINACEAE	1	6	0	0	1	1	1	7
MYRTACEAE	12	339	14	435	13	428	16	1202
NÃO IDENTIFICADA 1	1	2	1	1	1	2	1	5
NYCTAGINACEAE	1	2	2	5	1	5	2	12
RUBIACEAE	2	3	3	3	2	4	3	10
SAPINDACEAE	1	1	0	0	0	0	1	1
SAPOTACEAE	2	19	1	16	1	9	2	44
<b>TOTAL</b>	<b>37*</b>	<b>505</b>	<b>38*</b>	<b>619</b>	<b>34*</b>	<b>627</b>	<b>50*</b>	<b>1751**</b>

\* Exceto mortas e lianas; \*\*Mortas = 184 indivíduos; Lianas = 104.

### Índices de similaridade, diversidade e Equidade

O grau de semelhança da composição florística entre as três curvas é elevado (Tabela 22). As comunidades que mais se assemelham entre si são a da curva 2 e a da curva 3.

Esta semelhança deve-se à inundação periódica que exerce controle fundamental sobre o ambiente, gerando condições homogêneas e desfavoráveis para muitas mesófitas, de acordo com BERG (1978), PATRICK JR. (1981), DUMONT *et al.* (1990), SALO *et al.* (1986) e BROWN *et al.* (1997).

**Tabela 22** – Curvas 1, 2 e 3: índices de similaridade.

Curvas	Índices de similaridade	
	Sørensen (Iss)	Jaccard (Isj)
Curva 1/Curva 2	61,97%	44,49%
Curva 1/Curva 3	72,00%	71,05%
Curva 2/Curva 3	86,11%	77,50%

Encontrou-se alta diversidade de espécies, considerando-se o ambiente seletivo. Espécies de ambientes méxicos também foram constatadas nas comunidades estudadas, embora pobremente representadas, o que está de acordo com as afirmações de TERBORGH *et al.*



(1996) de que estas também estão presentes em vários ambientes, porém com abundância reduzida (Tabela 23).

**Tabela 23**– Curvas 1, 2 e 3: índices de diversidade e de equidade.

Curva	Shannon (H)	Simpson (D)	Equidade (E)
1	2,472 nats/ind.	0,156	0,675
2	2,334 nats/ind.	0,170	0,651
3	2,352 nats/ind.	0,184	0,638

H=Índice de diversidade de Shannon; D=Índice de diversidade Simpson; E=Índice de Equidade.

Também o diâmetro à altura do peito mínimo (DAP=3,2cm) estipulado para este trabalho pode ter sido responsável pela maior riqueza de espécies arbóreas constatadas, pois foram incluídas no levantamento inúmeras espécies de sub-bosque, normalmente excluídas de outros levantamentos fitossociológicos, onde o DAP mínimo utilizado costuma ser de 10cm.

Observa-se que não há uma distribuição homogênea das espécies entre as árvores da comunidade, devido à abundância muito superior de apenas uma espécie - *M. insularis* - em relação às demais, o que está de acordo com a idéia de TERBORGH *et al.* (1996).

JUNK & PIEDADE (1993) afirmam que, ao contrário do suposto acima, a previsibilidade de inundação, o bom suprimento de nutrientes, a baixa concorrência interespecífica e a grande diversidade de habitats, permitem a um grande número de espécies colonizarem estas áreas, mesmo com o *stress* causado pelas mudanças periódicas entre as fases aquática e terrestre.

Não parece haver concordância sobre a grande diversidade de habitats, ao menos na área estudada, pois não há muitas alternativas de locais para o estabelecimento de plantas. Um destes locais são as “liteiras suspensas”, emaranhados de raízes elevados a vários decímetros (até 1,20m) da superfície do solo, sobre os quais acumula-se a serapilheira, gerando um ambiente mais adequado ao desenvolvimento de algumas espécies como *Euterpe edulis*, *Maytenus robusta*, *Inga* sp. e *Jacaranda puberula*.

Todavia, estes ambientes não hidromórficos são efêmeros pois são lenta e continuamente rebaixados até serem incorporados ao solo, devido ao peso exercido pelas árvores que crescem sobre eles. Quando isto acontece, as espécies não adaptadas a sobreviver em solos encharcados tendem a morrer. Enquanto algumas destas liteiras desaparecem, outras estão se formando sobre raízes emergentes do solo ou troncos caídos, revestindo-se de grande importância na manutenção da diversidade florística da Formação Pioneira com Influência Fluvial estudada, bem como na melhoria da consistência da superfície dos solos do local.

### Parâmetros fitossociológicos gerais

A seguir são mostrados os dados aferidos para cada uma das três curvas estudadas (Tabela 24).

**Tabela 24**– Curvas 1, 2 e 3: parâmetros fitossociológicos gerais.

Dados gerais	Curva 1	Curva 2	Curva 3
Densidade total (nº ind./ha)	2975,00	3540,00	3680,00
Área basal por hectare (m <sup>2</sup> /ha)	36,57	39,30	40,65
Diâmetro máximo (cm)	62,39	44,56	61,66
Diâmetro médio (cm)	10,22	9,98	9,93
Diâmetro mínimo (cm)	2,86	1,43	1,43
Altura máxima (m)	18,00	20,00	19,60
Altura média (m)	6,64	6,94	7,21
Altura mínima (m)	2,00	1,00	1,00

Os parâmetros fitossociológicos analisados foram também comparados entre as três curvas, constatando-se diferenças significativas para a densidade absoluta (DA) e a altura média (H), considerando-se um nível de probabilidade de 95% (Tabela 25).

**Tabela 25**– Curvas 1, 2 e 3: análise de variância para os parâmetros fitossociológicos.

	QM	QME	F	p
NSPP	10,0	8,1	1,210361	0,305635
AB	0	0,0	0,308680	0,735636
<b>DA</b>	<b>2786167,0</b>	<b>742061,4</b>	<b>3,754631</b>	<b>0,029390</b>
<b>H</b>	<b>2,0</b>	<b>0,5</b>	<b>4,804708</b>	<b>0,011794</b>
DIAM	0	2,1	0,170858	0,843371

NSPP=número de espécies; AB=área basal; DA=densidade absoluta; H=altura média; e DIAM=diâmetro médio.

Pela comparação de médias pelo teste de Tukey, foram detectadas diferenças entre as curvas 1 e 3, tanto para densidade absoluta quanto para altura média (Tabelas 26 e 27).

A diferença significativa da densidade absoluta entre as curvas 1 e 3 deve-se à clareira existente na distância 50m da primeira, a qual reduziu o número de indivíduos de uma das sub-parcelas para 1000 ind./ha. Excluída esta parcela, realizou-se outra análise de variância, onde constatou-se a igualdade entre as médias.

**Tabela 26**– Curvas 1, 2 e 3: teste de comparação de médias para o parâmetro densidade absoluta.

Curva	Densidade média	
1	2975,00	a
2	3540,00	ab
3	3680,00	b

p=0,32384 entre curva 1 e 2.

**Tabela 27**– Curvas 1, 2 e 3: teste de comparação de médias para o parâmetro altura média.

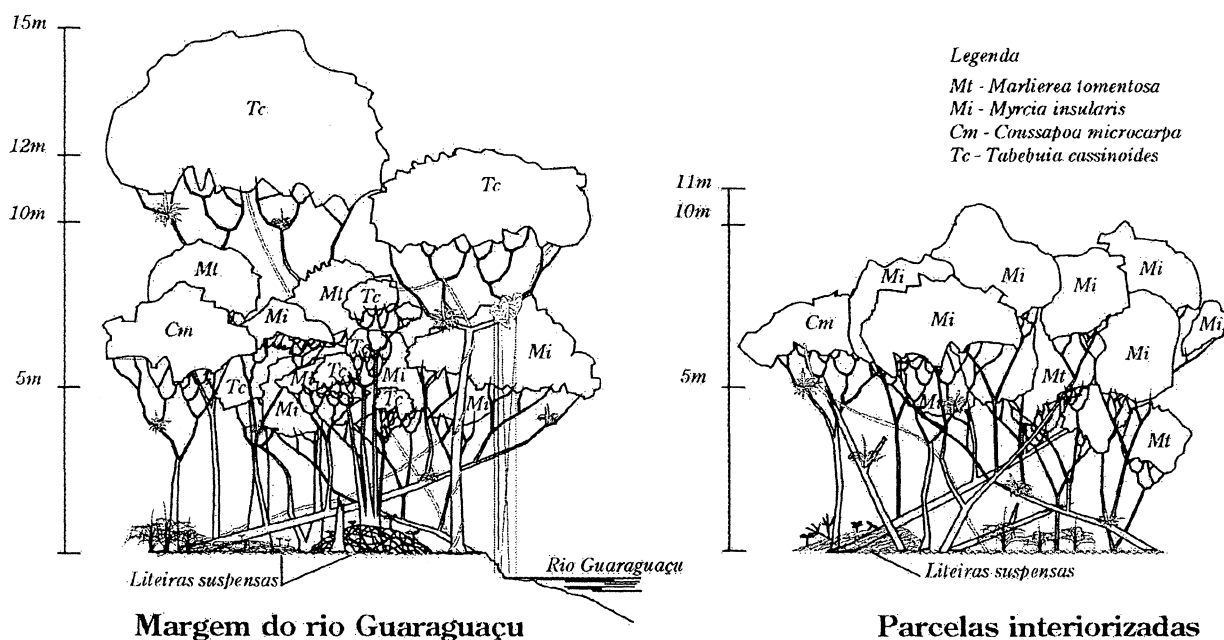
Curva	Altura média	
1	6,57	a
2	6,97	ab
3	7,27	b

$p=0,008708$  entre curva 1 e 2.

No que se refere à altura média, as diferenças significativas devem-se à presença de três subparcelas (distâncias 10, 30 e 50m) com alturas médias inferiores a 6,0m na curva 1 contra 11 subparcelas da curva 3 que apresentaram altura média superior a 7,0m (nas distâncias 20, 40, 50, 60, 70, 80 e 90m).

As maiores alturas na última curva podem estar relacionadas com sua posição mais a jusante, onde a água de inundação possui menos energia e força menos as árvores ao tombamento, proporcionando-lhes tempo para crescerem em altura. BROWN *et al.* (1997) lembram que as relações entre gradiente de energia e declividade determinam a dinâmica de comunidades arbóreas em planícies de inundação.

A estrutura da vegetação é ilustrada nos perfis esquemáticos (**Figura 4**).



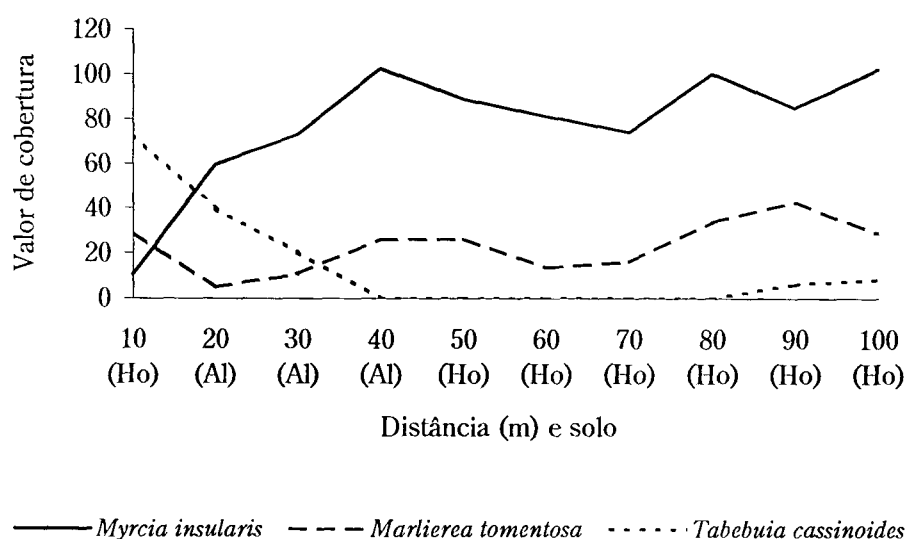
**Figura 4**– Perfis esquemáticos da vegetação.

#### 4.4 A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES AO LONGO DAS TRANSEÇÕES

Das 37 espécies encontradas na curva 1, apenas quatro atingiram, em algum momento, valores de cobertura iguais ou superiores a 20,00: *Myrcia insularis*, *Marlierea tomentosa*, *Tabebuia cassinoides* e *T. umbellata*. O valor 20,00 foi adotado por formar um limite mais ou menos definido entre as espécies, cujos valores de cobertura estavam ou muito acima ou muito abaixo deste.

Embora não tenha atingido este valor, *Coussapoa microcarpa* foi uma das que se apresentou mais estável em relação a este parâmetro para a curva 1, estando ausente apenas na distância 60m.

Os maiores valores obtidos por *T. cassinoides* estão nas parcelas iniciais e caem a zero entre as distâncias 40m e 80m. A partir de 90m torna a elevar-se. Estes valores devem-se, sobretudo, à componente dominância relativa, pois havia grandes árvores desta espécie nas primeiras parcelas próximas ao rio (**Figura 5**).



**Figura 5** – Curva 1: valor de cobertura de *Myrcia insularis*, *Marlierea tomentosa* e *Tabebuia cassinoides* ao longo da transeção.

*T. cassinoides* pode ter encontrado ali condições propícias de luminosidade e espaço para seu estabelecimento. Por ser espécie de rápido crescimento, pode ter suplantado suas concorrentes em altura e manteve-se no ambiente atingindo diâmetros muito superiores aos das demais espécies.

MacINTOSH (1967) e WHITTAKER (1953), citado por DRURY & NISBET (1973), comentam que cada espécie parece especializada em um certo tipo de sítio, sendo competitivamente superior nele, dominando em locais diferentes. Para DRURY & NISBET, (1973), os me-

canismos de dispersão e tolerância ao *stress* estão correlacionados e constituem a habilidade de colonização, mas as vantagens de uma espécie sobre outra são reduzidas devido a alterações ambientais.

CONNEL & SLATYER (1977) propõem que condições extremas sobre pequenas extensões de área direcionam a ocupação tanto via propágulos quanto reprodução vegetativa, mas os recursos reduzidos pelas espécies presentes dificultam, mas não impedem, o estabelecimento de novos colonizadores.

O estabelecimento de *T. cassinoides* deve coincidir com o baixo nível das águas de inundação para alcançar um maior número de habitats para a excese, pois, conforme as informações de WALKER *et al.* (1986), PARODI & FREITAS (1990) e COLONELLO (1990), o estabelecimento de diásporos provenientes de outros locais é agravado pela elevada densidade de indivíduos e pela água de inundação (KOOP, 1987). Conforme afirmam WORKES (1983) e KLINGE *et al.* (1990), a fase mais crítica para a regeneração destas comunidades é o estabelecimento de plântulas que serão eliminadas pela próxima cheia.

Alguns dos representantes de *T. cassinoides* possuíam múltiplos fustes acima da altura de 1,5m que podem ter se desenvolvido após alguma quebra do tronco causada por fatores naturais. Neste sentido, a sua capacidade de perfilhamento pode ter sido eficiente em mantê-los no local.

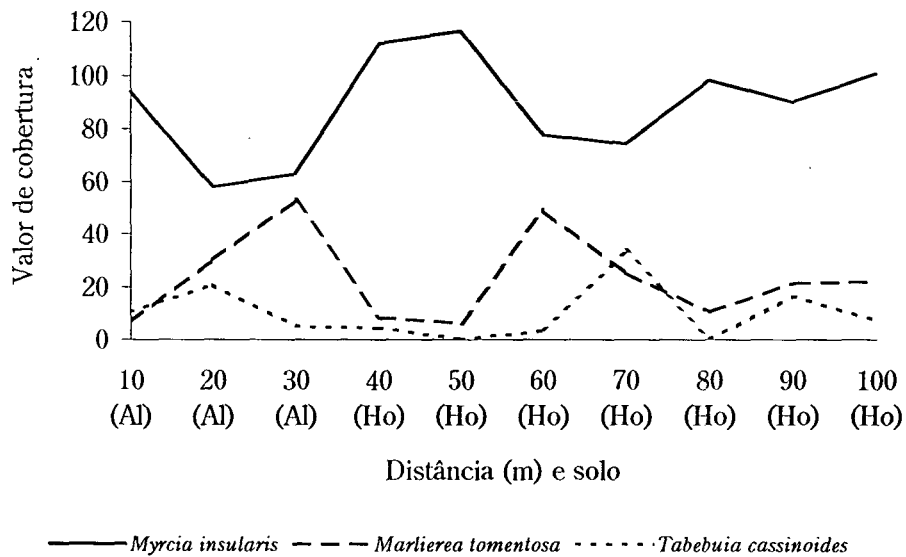
KOOP (1987) lembra que o ingresso de novas espécies nestes ambientes pode ocorrer via propágulos, mas sua manutenção quase sempre ocorre via reprodução vegetativa.

Os valores de cobertura de *Myrcia insularis* sobem abruptamente da distância 10m para a distância 40m, de 10,45 para 102,28 e mantêm-se altos daí em diante (**Figura 5**), provavelmente porque a reprodução vegetativa parece mais eficiente em mantê-la em condições críticas e dinâmicas de habitat, além de prover o broto com os recursos necessários, uma vez que a luz no interior é insuficiente para sua própria fotossíntese, de acordo com os resultados obtidos por DRURY & NISBET (1973), KOOP (1987) e KLINGE (1990) para outras espécies.

Observa-se que *M. tomentosa* também esteve presente ao longo de toda a linha estudada, oscilando entre valores acima e abaixo de 20,00 e alcançando 42,73 na distância 90m (**Figura 5**).

*T. umbellata* estava presente apenas na distância 60m com um valor de cobertura igual a 26,58. Na distância 50m, como já mencionado anteriormente, havia um representante de grande porte da espécie tombado. Com base nesta constatação, afirma-se que esta espécie esteve presente apenas nas distâncias intermediárias em baixa densidade, porém com elevada área basal, o que lhe conferiu uma dominância relativa considerável naquele ponto (**Figura 5**).

Ao longo da curva 2 foram constatadas cinco das 38 espécies encontradas com valores de cobertura superiores a 20,00, ao menos em um local. São elas: *Myrcia insularis*, *Marlierea tomentosa*, *Tabebuia cassinoides*, *Inga* sp. e *Maytenus robusta* (Figura 6).



**Figura 6** – Curva 2: valor de cobertura de *Myrcia insularis*, *Marlierea tomentosa* e *Tabebuia cassinoides* ao longo da transeção.

Mais uma vez *M. insularis* está afastada das demais espécies mas, ao contrário das duas curvas anteriores, apresenta um valor de cobertura elevado já na primeira parcela e cresce nas duas seguintes, tornando a aumentar nas distâncias 40m e 50m (Figura 6). Este local situa-se sobre solo Aluvial.

O comportamento deste parâmetro para *M. tomentosa* é aproximadamente o inverso daquele observado para *M. insularis*. Quando seus valores eram máximos, *M. insularis* estava em seus mínimos e vice-versa.

Ao contrário das transeções anteriores, *T. cassinoides* não demonstrou presença significativa nas parcelas iniciais, mas manteve-se baixa até a distância 70m, onde elevou-se a 33,45 e tornou a cair em seguida.

Nos dois pontos onde o valor de cobertura de *T. cassinoides* é maior, *M. insularis* teve seus menores valores. Tal qual o observado na curva 1, a presença de *T. cassinoides* parece estar inversamente relacionada com a de *M. insularis* e *M. tomentosa*. Porém, na parcela inicial, os valores de cobertura destas duas espécies tiveram comportamento inverso ao observado na primeira parcela da curva 1.

De acordo com as idéias de diversos autores já discutidas nos resultados da superfície de agradação 1, novamente as duas principais espécies podem estar limitando a disponibilidade de luz para *T. cassinoides*.

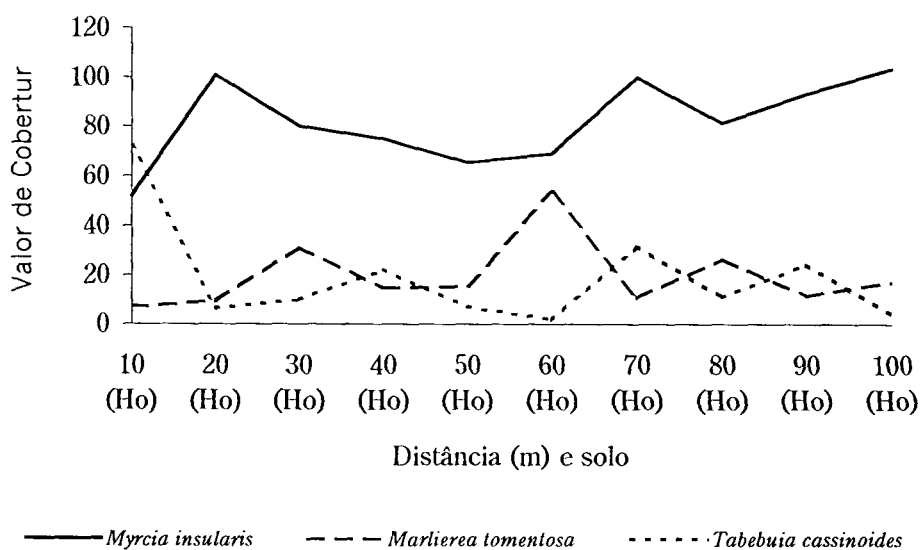
Ao longo da transeção da curva 3 foram constatadas seis espécies que alcançaram, pelo menos uma vez, valor de cobertura superior a 20,00. São elas: *Myrcia insularis*, *Tabebuia cassinoides*, *Marlierea tomentosa*, *Inga* sp. e *Coussapoa microcarpa*.

Novamente, os menores valores de cobertura de *M. insularis* foram constatados próximo ao rio, mas aumentaram rapidamente já na parcela seguinte (**Figura 7**).

Similarmente ao constatado na curva 1, o valor de cobertura de *T. cassinoides* foi mais alto próximo ao rio, decrescendo rapidamente já na parcela seguinte e permanecendo oscilante até os 100m.

A existência de uma ou outra árvore de *T. cassinoides* na parcela é suficiente para elevar o seu valor de cobertura, pois normalmente estas são de grande porte. De outro modo, sua densidade absoluta é muito baixa, não interferindo na luminosidade para as outras duas espécies.

Os valores de cobertura de *M. tomentosa* foram baixos e oscilantes ao longo da transeção, atingindo 53,33 na distância 60m. Esteve presente em todas as parcelas de forma significativa.



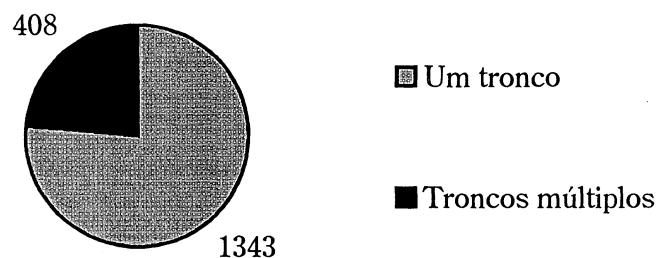
**Figura 7** – Curva 3: valor de cobertura de *Myrcia insularis*, *Marlierea tomentosa* e *Tabebuia cassinoides* ao longo da transeção.

As espécies *C. microcarpa* e *Inga* sp. também estão presentes ao longo de todo o levantamento nesta curva, porém em valores baixos, cada qual ultrapassando 20,00 apenas uma vez (24,20 na distância 30m e 27,12 na distância 80m, respectivamente).

De modo geral, os valores de cobertura de *T. cassinoides* estão inversamente relacionados com os valores de *M. insularis* e *M. tomentosa*, as quais, devido à elevada densidade, impedem a regeneração daquela.

#### 4.5 A PRESENÇA DE MÚLTIPLOS FUSTES

Foram constatadas 408 árvores de 22 espécies com mais de um fuste, o que corresponde a 20,65% das 1751 árvores vivas medidas neste trabalho (**Figura 8**).



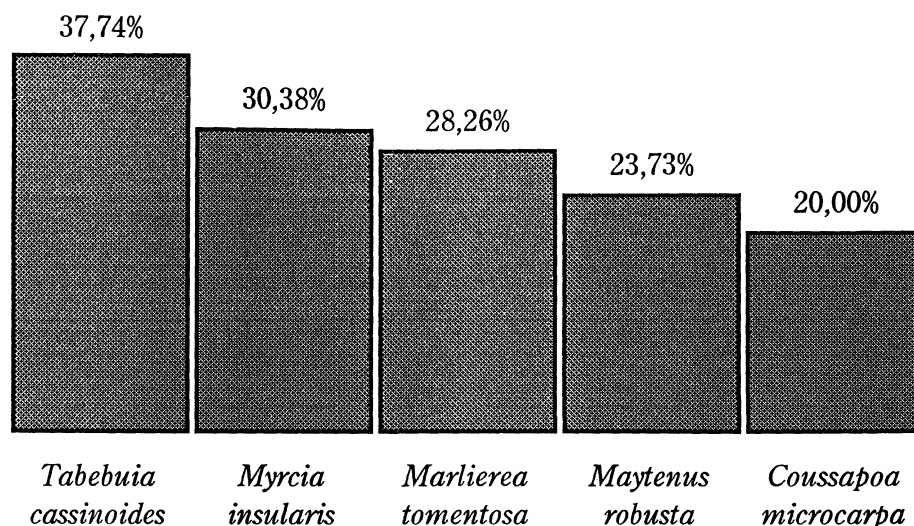
**Figura 8** – Número de árvores com um e com mais de um tronco.

As espécies que mais contribuíram para estes valores foram *Myrcia insularis* (54,66%), *Marlierea tomentosa* (22,30%), *Tabebuia cassinoides* (4,90%), *Coussapoa microcarpa* e *Maytenus robusta* (ambas com 3,43%).

*M. insularis* teve 30,38% de seus representantes com mais de um fuste, distribuídos da seguinte forma: 75 árvores (38,66%) na curva 1, 80 árvores na curva 2 (30,08%) e 68 árvores na curva 3 (24,82%). Esta espécie apresenta grande número de fustes verticais partindo de troncos inclinados ou deitados sobre o solo. Da base de várias destas brotações, surgem raízes que se desenvolvem até alcançar o solo, após o que, gradualmente separam-se do tronco que as originou, mediante a formação de um calo em forma de anel no tronco principal. Também comum em *M. insularis*, é a emissão de raízes, principalmente no nível da lâmina da água de inundação (**Figura 9**).

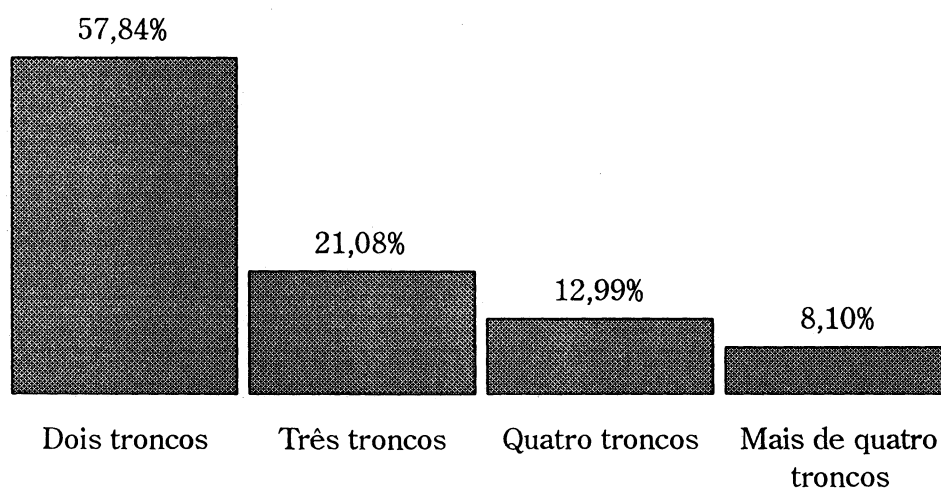
*M. tomentosa* teve 28,26% das suas árvores com mais de um tronco, *T. cassinoides* 37,74%, *C. microcarpa* 20,00% e *M. robusta* 23,73%.





**Figura 9** – Porcentagem de árvores com mais de um tronco para *T. cassinoides*, *M. insularis*, *M. tomentosa*, *M. robusta* e *C. microcarpa*.

Com relação ao número de troncos, 57,84% das árvores apresentaram-se bifurcadas, 21,08% trifurcadas, 12,99% com quatro troncos e 8,10% com mais de quatro troncos (atingindo um número máximo de 10 troncos em um único indivíduo, normalmente *M. insularis*) (Figura 10).



**Figura 10** – Porcentagem de árvores com dois, três, quatro e mais de quatro troncos.

Tais adaptações podem significar a necessidade de crescimento e amadurecimento rápidos, vantajosos para colonizar ambientes onde a presença da água é constante e onde as inundações sazonais promovem alterações significativas na regeneração natural. Para JUNK &

PIEIDADE (1993) e KOOP (1987), resistência à inundação é um pré-requisito para um grande número de plantas da várzea.

Este ganho de tempo e energia é responsável pela dominância característica de muitas espécies em estágios iniciais (WOODWELL, 1970), o que pode explicar a dominância de *M. insularis* neste ambiente.

Por outro lado, sementes podem ser importantes para a colonização de áreas recém-formadas pelo rio (JUNK, 1980), porém a presença periódica da água de inundação e a elevada competição por luz podem dificultar seu estabelecimento.

O rio Guaraguaçu não parece criar áreas extensas onde estas estratégias são úteis. Novos locais são pequenos e contíguos a comunidades já estabelecidas, as quais se encarregam de ocupar o espaço rapidamente.

A dominância de *M. insularis* pode ser atribuída às características inerentes ao ambiente e à espécie. A inclinação das árvores pode estar diretamente relacionada com o peso da madeira (oriundo de sua maior densidade específica), com o sistema radicial e com a inconsistência dos ORGANOSSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS da área de estudo.

CONNEL & SLATYER (1977) e KOOP (1987) lembram que as espécies pioneiras não estão bem adaptadas a germinar, crescer e sobreviver em sítios ocupados, onde há sobremento denso e liter profundo, de modo que seus descendentes raramente sobrevivem na presença de seus pais ou outros adultos.

Este pode ser considerado um dos motivos para que os mecanismos de propagação vegetativa sejam os mais eficientes nas áreas de Formação Pioneira com Influência Fluvial, uma vez que a árvore adulta é que favorece o desenvolvimento da brotação. Somente quando esta ultrapassar o limite de competição é que sofrerá abscisão, passando, então, a fixar carbono por sua conta.

O retardamento da sucessão natural pode ser devido ao atraso da imigração de outras espécies ou ao elevado grau de *stress* físico, muito comum em sucessão primária (DRURY & NISBET, 1973).

A história da vida de *M. insularis* (dispersão e excese) e os efeitos aleatórios do ambiente (inundações e outros distúrbios naturais), podem ser suficientes para compreender as direções tomadas pela sucessão primária na área de estudos, de acordo com as idéias de WALKER *et al.* (1986).

A reprodução vegetativa pode influenciar relações e padrões de estabelecimento de plantas, bem como a sedimentação, como foi demonstrado por WALKER *et al.* (1986) e KOOP (1987). Tanto os troncos verticais quanto os caídos, formam uma barreira para as águas de

inundação, diminuindo sua energia e acumulando sedimentos e detritos. Estes detritos, em sua maioria restos vegetais, elevam o nível médio do solo, criando um micro-hábitat um pouco mais seco e mais adequado para algumas espécies. No entanto, a elevação contínua do nível do solo não parece ocorrer pois a perda por transporte compensaria o acúmulo, como mencionado por CHRISTOFOLETTI (1981).

Outro fato importante é a incorporação das liteiras suspensas ao solo quando rebaixadas pelo peso das árvores que crescem sobre ela. Tal fenômeno é responsável por manter sempre baixo o nível dos solos locais.

De acordo com as idéias de GRUBB (1977), o estabelecimento e a persistência de uma espécie em um determinado hábitat estão relacionados com o nicho ecológico em que ela está adaptada e que se subdivide em hábitat, forma de vida, fenologia e regeneração. Destes quatro, *M. insularis* estaria melhor adaptada ao nicho regeneração para o ambiente em que vive.

De acordo com a teoria da organização centrífuga das comunidades vegetais (WISHEU & KEDDY, 1992), tanto *M. insularis* quanto *T. cassinoides* estão adaptadas às condições de excesso de água, mas suas preferências secundárias são distintas. Isto pode explicar porque *M. insularis*, por apresentar vantagens reprodutivas sobre *T. cassinoides*, coloniza áreas onde a energia da água e a inconsistência do solo são maiores.

*T. cassinoides* também tem a capacidade de rebrotar de troncos, raízes e galhos, mas sua madeira possui baixa densidade e suas raízes suporte lhe conferem maior estabilidade e a impedem de tombar. Por outro lado, a madeira menos densa quebra mais facilmente com ventos fortes originando tocos a partir dos quais o indivíduo se regenera, mas não necessariamente se multiplica. Além disto, *T. cassinoides* parece melhor adaptada a pleno sol, a locais onde a água tenha menos energia ou onde as tramas de raízes permitam a fixação de sementes.

NEGRELLE (1995) demonstrou que inúmeras espécies da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas que ocorrem sobre solos arenosos desenvolveram estratégias de rebrota de troncos caídos sobre o solo para perpetuar a espécie na comunidade, competindo eficientemente com colonizadoras externas. Considera que alterações crônicas podem conduzir à dominância local por algumas espécies.

Assim, as diferentes habilidades competitivas e diferentes limites de tolerância é que tornam a espécie diferentemente distribuída ao longo do gradiente (WISHEU & KEDDY, 1992).

*T. cassinoides* alcança locais afastados e isolados por ser anemocórica (CARVALHO, 1994). Esta forma de dispersão pressupõe que sua fixação e estabelecimento necessite de áreas abertas ou, no máximo, dominadas por espécies herbáceas.

Deve ser ressaltado que a hidrocoria também é uma estratégia desta espécie, e que as margens podem ter sido colonizadas desta forma. Porém, isto também limita o seu estabelecimento apenas a áreas abertas e com luminosidade suficiente.

Múltiplos fustes em um único indivíduo, gerados pela propagação vegetativa, que parece predominar neste ambiente, causam uma sensação de homogeneidade diamétrica, pois os pequenos diâmetros não são computados como indivíduos jovens, mas como componentes da área basal da árvore matriz. Tais fustes atingem diâmetros muito semelhantes ao tronco principal antes de se separarem fisicamente deste e, somente então, serão percebidos como indivíduos, mas neste tempo já possuirão diâmetros iguais aos das demais.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados e discussões apresentados no capítulo anterior, conclui-se que:

- a vegetação arbórea é extremamente homogênea e dominada pela família Myrtaceae, onde a espécie *Myrcia insularis* Gardn. (jaguapiricica) possuía valores de importância altíssimos em relação a todas as outras espécies;
- a dominância de *M. insularis* pode ser atribuída à sua adaptação em se reproduzir vegetativamente por meio de reiteraões de células do câmbio;
- contribuem para esta eficiência a alta densidade de sua madeira, fazendo-a inclinar-se progressivamente em direção ao solo até contatá-lo, e a baixa sustentabilidade geral dos horizontes hísticos dos ORGANOSSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS;
- não houve variação significativa na estrutura e composição da comunidade florestal em relação ao afastamento da margem do rio Guaraguaçu;
- as diferentes classes de solos não influenciaram a vegetação ao longo das transeções, possivelmente devido ao fato de todos apresentarem horizonte hístico, embora com espessuras variáveis, atestando diferentes graus de hidromorfismo, característica esta não limitante para nenhuma das espécies estudadas;
- árvores pouco maiores foram encontradas sobre solos mais elevados, onde as águas de inundação e subsuperficial exercem influência por períodos menores que o geral;
- pequenos incrementos da área basal nas parcelas estavam, normalmente, relacionadas com a presença de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (Bignoniaceae, caxeta) uma vez que esta espécie estava representada por poucos, porém grandes indivíduos;
- de modo geral, observa-se que os valores de cobertura de *T. cassinoides* estão em uma relação inversa com os de *M. insularis* e *M. tomentosa* ao longo das três transeções estudadas, o que pode estar relacionado com a maior necessidade de luz por parte de *T. cassinoides*, limitada pelas elevadas densidades das outras duas espécies;

- grandes árvores de *T. cassinoides* foram encontradas, principalmente, nas parcelas do início da transeção, uma vez que a mesma parece mais eficiente em ocupar locais abertos, com maior luminosidade;
- *T. cassinoides* também possui capacidade regenerativa por rebrota mas, na área de estudo, não apareceu em nenhum momento deitada sobre o solo ou inclinada-se em direção a este, donde conclui-se que esta habilidade é mais útil para regenerar fustes quebrados por tempestades ou ventos fortes ou após o corte;
- a inexistência de árvores de *T. cassinoides* deitadas ou inclinadas sobre o solo é atribuída à baixa densidade da madeira e às raízes-suporte que lhe fornecem maior estabilidade sobre o ORGANOSSOLO, o qual apresenta baixa sustentabilidade;
- contribuem para a formação de micro-habitats e aumento da diversidade florística, as “liteiras suspensas” (emaranhados de raízes elevadas da superfície do solo em vários decímetros, sobre o qual se deposita a serapilheira mais seca e adequada para o desenvolvimento de plântulas de várias espécies arbóreas como *Euterpe edulis*, *Maytenus robusta*, *Jacaranda puberula* e *Inga* sp., dentre outras) e os troncos caídos sobre os quais crescem muitos indivíduos da regeneração natural;
- a propagação vegetativa gera uma multiplicidade de fustes em árvores de diversas espécies, o que dificulta a interpretação de dados numéricos sobre diâmetros, causando a impressão de baixa frequência de plantas jovens;
- duas foram as estratégias observadas para as espécies dominantes na Formação Pioneira com Influência Fluvial na planície de inundação do rio Guaraguaçu: rápido crescimento, porém vida relativamente curta (*T. cassinoides*) e altas taxas de propagação vegetativa com maior longevidade (*M. insularis*);
- a constante inundação, que acarreta processos de erosão e sedimentação, e os horizontes históricos dos ORGANOSSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS, são limitantes para que surjam indivíduos de grande porte, os quais tendem a tombar mais cedo ou mais tarde, abrindo novas clareiras e reiniciando o processo de ocupação do espaço. Exceção se faz à *T. cassinoides*, cuja madeira mais leve e raízes-suporte lhe proporcionam maior estabilidade e sustentação;

- a comunidade estudada não tende a condições métricas do ambiente, devido às constantes interferências do rio Guaraguaçu, quer seja pela inundação sazonal, quer seja pelos processos geomorfológicos fluviais de meandramento.

Com base nestas conclusões, recomenda-se:

- realizar estudos sobre o sistema radicial e sobre a capacidade de rebrota de *M. insularis*, para entender sua importância no comportamento da espécie sobre a ontogênese do enraizamento e do brotamento lateral em ORGANOSSOLOS;
- incentivar trabalhos sobre as relações entre a estrutura e composição de comunidades vegetais e os processos geomorfológicos e pedológicos fluviais, a microtopografia, a periodicidade e intensidade de inundações;
- pesquisas sobre as adaptações morfo-fisiológicas das espécies, seus ciclos biológicos, datações e estudos palinológicos, dentre outros, são de suma importância para compreender a evolução destes ambientes, das espécies que os compõem e como base para prever possíveis caminhos futuros da vegetação;
- estudos de análise de gradiente devem ser repetidos nestes ambientes, utilizando-se transeções mais longas para se alcançar comunidades transicionais entre a estudada no presente trabalho e as de terra firme, como forma de relacionar as diferentes intensidades de intervenção do rio sobre a vegetação;
- dada a extensão das áreas inundáveis no litoral do Estado do Paraná, a capacidade de retenção de água dos ORGANOSSOLOS e a fragilidade destes ambientes, é necessária uma imediata intervenção dos poderes públicos e da sociedade para desacelerar o ritmo de ocupação e destruição destes locais.

## **ANEXOS**



**Anexo 1 - Qualidade da água do rio Guaraguaçu, de 1987 a 1991.**

Data	OD (mg/l)	Colif.fecais (NMP/100ml)	pH	DBO (mg/l)	N total (mg/l)	P total (mg/l)	Turbidez (NTU)	Sólidos totais (mg/l)	T (C°)	IQA	Colif. totais (NMP/100ml)	DQO (mg/l)	Conduct. (ms/cm)	T ar (C°)	Q (m³/s)
06/04/87	4,4	130	6,1	5	1,26	0,020	2,4	144	24	65	5000	4,1	0,82	26	-
18/06/87	5,5	110	6,2	13	1,32	0,018	2,5	53	14	61	8000	-	-	-	-
10/08/87	73,0	700	6,8	1	0,57	0,032	4,6	95	17	73	3000	-	-	-	-
03/10/87	5,64	5000	6,6	7	1,23	0,037	11,0	100	18	56	8000	-	-	20	-
15/08/88	9,04	280	7,0	1	0,99	0,063	4,5	93	17	78	1100	12,0	0,66	20	-
08/06/89	5,5	500	6,8	5	0,19	0,031	5,0	49	21	67	2800	27,0	0,12	22	-
23/08/89	5,8	900	6,3	7	0,88	0,052	5,2	23	21	62	1400	20,0	0,57	24	-
01/11/90	4,22	2200	6,2	2	0,63	0,040	3,0	58	23	59	-	20,0	0,42	26	-
05/12/91	5,7	52	6,9	2	0,75	0,040	3,1	101	25	79	-	20,0	0,50	23	-

Fonte: SEMA/SUDERHSA (1997)

Dados sobre vazão (Q) não são coletados no rio Guaraguaçu por se tratar de um rio que altera seu fluxo ao longo do dia, influenciado pelas marés, impossibilitando esta medição (SEMA/SUDERHSA, comunicação pessoal).

## Anexo 2 - Lista das espécies.

Família	Espécie	Registro Herbário EFC	N de coleta
Annonaceae	<i>Rollinia sericea</i> (R. F. Fries) R. F. Fries		
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart. <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.		
Bignoniaceae	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC. <i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	9048	486
Cecropiaceae (Moraceae)	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Miq.) Miq.	9075	513
Celastraceae	<i>Maytenus robusta</i> Reiss.	9077	515
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb. <i>garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) D.C. Zappi		
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> Muell. Arg. <i>Pera glabrata</i> Poepp ex Baill.		
Fabaceae	<i>Andira</i> cf. <i>anthelmintica</i> Benth. <i>Erythrina speciosa</i> Andr.		
Flacourtiaceae	<i>Xylosma glaberrimum</i> Sleumer		
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart. ex Nees	9046	484
Malvaceae	<i>Hibiscus tiliaceus</i> Linn.	9047	485
Melastomataceae	Melastomataceae 1 <i>Miconia cinerascens</i> Miq. <i>Miconia</i> sp.1		
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl ssp. <i>tuberculata</i> (Vell.) T. D. Penn.	9078	516
Mimosaceae	<i>Inga</i> sp.	9079	517
Monimiaceae	<i>Mollinedia</i> sp.		
Moraceae	<i>Ficus gameleira</i> Standley <i>Ficus organensis</i> Miq.		
Myrsinaceae	<i>Rapanea</i> cf. <i>intermedia</i> Mez	9050	488
Myrtaceae	<i>Calyptanthus</i> cf. <i>rubella</i> (Berg) C. D. Legr. <i>Calyptanthus lucida</i> Mart. ex DC. var. <i>polyantha</i> (Berg) C. D. Legr. <i>Gomidesia palustris</i> (DC) C. D. Legr. <i>Gomidesia schaueriana</i> Berg <i>Marlierea obscura</i> Berg <i>Marlierea reitzii</i> C. D. Legr. <i>Marlierea tomentosa</i> Camb. <i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardn.) C. D. Legr. & Kausel <i>Myrcia cymoso-paniculata</i> Kiaersk <i>Myrcia dichrophylla</i> C. D. Legr. <i>Myrcia grandiflora</i> Krug & Urban <i>Myrcia insularis</i> Gardn. <i>Myrcia multiflora</i> DC. <i>Myrcia racemosa</i> Barb. Rodr. ex Chad & Hassler Myrtaceae 1 <i>Psidium</i> cf. <i>cattleianum</i> Sabine	9089   9090 9086 9084  9088 9087 9085	527   528 524 522  526 525 523
Nyctaginaceae	cf. <i>Neea schwackeana</i> Heimerl <i>Guapira</i> cf. <i>asperula</i> (Standley) Lundell		
Rubiaceae	<i>Alibertia concolor</i> K. Schum. <i>Psychotria nuda</i> Wawra <i>Randia armata</i> DC.	9057 9080	495 518
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		
Sapotaceae	<i>Manilkara subsericea</i> Dubard <i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaziov & Raunk.) Baehni	9082 9049	520 487
Não identificada 1	Não identificada 1		

Obs.: as espécies sem registro não constam no herbário por apresentar apenas material vegetativo.

### Anexo 3 - Análise físico-química dos solos.

Amostra	Horizonte (Prof. de coleta)	pH CaCl	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> cmol/dm <sup>3</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P (mg/dm <sup>3</sup> )	C (g/dm <sup>3</sup> )	m (%)	V (%)	Na	% Areia fina	% Areia grossa	% Areia	% Silte	% Argila	Prof.* (cm)	T (%)	100 Na/T
1	H1 (00 - 30cm)	4,30	1,60	9,00	2,70	1,40	0,08	6,00	88,30	36,50	23,60	0,13	44,00	0,00	44,00	48,00	8,00	30	11,91	1,09
	H2 (30 - 60cm)	4,10	1,70	8,40	2,60	0,60	0,03	4,00	57,70	39,30	23,80	0,1	60,00	4,00	64,00	30,00	6,00	70	11,13	0,90
2	A (00 - 30cm)	4,40	0,70	7,20	2,70	1,00	0,05	6,00	50,00	20,30	27,60	0,03	60,00	12,00	72,00	22,00	6,00	30	9,98	0,30
	C (30 - 60cm)	4,30	1,00	5,80	1,80	0,50	0,02	5,00	17,80	35,50	23,90	0,1	70,00	16,00	86,00	14,00	0,00	120+	7,72	1,30
3	A (00 - 30cm)	4,30	1,00	7,20	2,90	1,00	0,12	27,00	75,20	24,90	29,50	0,05	44,00	4,00	48,00	44,00	8,00	30	10,27	0,49
	C (30 - 60cm)	4,30	0,90	6,20	1,80	0,70	0,03	13,00	18,70	33,00	22,80	0,09	72,00	8,00	80,00	20,00	0,00	130+	8,12	1,11
4	A (00 - 30cm)	4,30	1,00	6,20	1,90	0,90	0,04	28,00	39,90	34,00	23,80	0,04	54,00	10,00	64,00	32,00	4,00	40	8,18	0,49
	C (30 - 60cm)	4,40	0,80	5,40	2,00	0,60	0,03	15,00	13,80	28,30	27,30	0,13	64,00	14,00	78,00	22,00	0,00	140+	7,56	1,72
5	H1 (00 - 30cm)	4,40	0,70	9,30	5,70	2,90	0,07	9,00	126,80	10,80	38,30	0,2	46,00	0,00	46,00	54,00	0,00	30	15,27	1,31
	H2 (30 - 60cm)	4,40	0,70	10,10	6,50	3,20	0,06	21,00	173,60	9,60	39,40	0,13	18,00	0,00	18,00	82,00	0,00	180	16,79	0,77
6	H1 (00 - 30cm)	4,50	0,80	7,20	3,90	2,00	0,08	10,00	106,10	16,70	35,60	0,19	16,00	2,00	18,00	82,00	0,00	30	11,37	1,67
	H2 (30 - 60cm)	4,40	1,00	10,10	5,50	2,50	0,14	9,00	264,00	15,10	35,80	0,25	6,00	0,00	6,00	92,00	2,00	140	15,99	1,56
7	A (00 - 25cm)	4,20	1,30	8,40	2,50	1,50	0,10	17,00	63,70	33,30	23,60	0,24	42,00	0,00	42,00	46,00	12,00	25	11,24	2,14
	C (25 - 50cm)	4,20	1,50	8,40	2,90	1,60	0,07	18,00	56,80	33,60	26,10	0,21	38,00	4,00	42,00	42,00	16,00	140+	11,58	1,81
8	A (00 - 25cm)	4,10	1,50	9,70	3,40	1,60	0,12	23,00	100,60	29,90	26,60	0,29	52,00	2,00	54,00	34,00	12,00	25	13,51	2,15
	C (25 - 50cm)	4,20	1,60	9,70	2,30	1,10	0,06	12,00	77,70	40,40	19,60	0,22	0,00	0,00	0,00	96,00	4,00	120	12,28	1,79
9	H1 (00 - 30cm)	4,30	1,20	13,20	11,70	7,70	0,11	18,00	271,50	9,20	47,20	0,25	2,00	0,00	2,00	90,00	8,00	30	25,26	0,99
	H2 (30 - 60cm)	4,50	0,70	11,10	6,70	3,40	0,07	1,20	234,10	9,40	37,90	0,18	-	-	-	-	-	70	18,05	1,00
10	H1 (00 - 30cm)	4,40	0,70	10,10	6,90	3,50	0,08	14,00	239,00	9,10	40,90	0,14	2,00	0,00	2,00	89,00	12,00	30	17,22	0,81
	H2 (30 - 60cm)	4,50	0,70	10,10	6,60	3,00	0,08	12,00	282,50	9,50	39,80	0,25	-	-	-	-	-	90	17,03	1,47
11	H1 (00 - 30cm)	4,30	0,90	11,10	8,50	4,60	0,05	7,00	297,30	9,50	43,50	0,22	-	-	-	-	-	30	19,87	1,11
	H2 (30 - 60cm)	4,40	0,90	12,10	8,90	5,50	0,06	10,00	282,50	9,10	42,50	0,22	2,00	0,00	2,00	94,00	4,00	100	21,28	1,03
12	H1 (00 - 30cm)	4,20	1,30	14,40	7,90	4,60	0,09	17,00	280,30	14,00	35,70	0,23	0,00	0,00	0,00	96,00	4,00	30	22,62	1,02
	H2 (30 - 60cm)	4,30	1,00	13,20	10,50	6,60	0,06	12,00	298,10	8,70	44,40	-	0,00	0,00	0,00	96,00	4,00	80	-	-
13	H1 (00 - 30cm)	4,50	0,50	8,50	5,40	2,90	0,09	11,00	145,90	8,30	39,20	0,15	10,00	0,00	10,00	78,00	12,00	30	14,14	1,06
	H2 (30 - 60cm)	4,40	1,30	11,10	6,90	3,80	0,07	7,00	199,40	15,70	38,60	0,18	4,00	0,00	4,00	92,00	4,00	120+	18,25	0,99
14	H1 (00 - 30cm)	4,40	0,90	7,80	6,00	3,10	0,07	14,00	175,10	12,90	43,80	0,19	12,00	0,00	12,00	80,00	8,00	40	14,06	1,35
	H2 (00 - 30cm)	4,30	1,00	5,00	2,80	1,40	0,04	10,00	24,00	26,00	36,20	0,17	70,00	2,00	82,00	14,00	4,00	?	8,01	2,12
15	H1 (00 - 30cm)	4,20	1,20	10,10	8,40	5,80	0,10	15,00	265,90	12,40	45,70	0,07	2,00	0,00	2,00	92,00	6,00	30	18,67	0,37
	H2 (30 - 60cm)	4,30	1,40	12,10	6,00	3,00	0,07	12,00	272,80	18,70	33,40	0,23	-	-	-	-	-	120+	18,40	1,25
16	H1 (00 - 30cm)	4,40	0,80	9,30	4,10	2,20	0,06	11,00	111,80	16,10	30,90	0,25	0,00	0,00	0,00	94,00	6,00	30	13,71	1,82
	H2 (30 - 60cm)	4,30	1,00	13,20	9,10	5,50	0,11	17,00	279,60	9,80	41,10	0,12	24,00	4,00	28,00	66,00	6,00	160+	22,53	0,53
17	H1 (00 - 30cm)	4,40	0,80	10,10	6,80	3,70	0,07	11,00	290,50	10,40	40,50	0,12	0,00	0,00	0,00	96,00	4,00	30	17,09	0,70
	H2 (30 - 60cm)	4,00	1,00	18,80	5,50	2,70	0,05	12,00	305,50	15,30	22,80	0,17	0,00	0,00	0,00	93,00	4,00	160+	24,52	0,69
18	H1 (00 - 30cm)	4,40	0,90	12,10	9,10	5,10	0,09	18,00	309,00	8,90	43,20	0,22	0,00	0,00	0,00	90,00	10,00	30	21,51	1,02
	H2 (30 - 60cm)	4,10	1,90	14,40	7,90	3,80	0,05	13,00	291,60	19,30	35,60	0,29	-	-	-	-	-	180+	22,64	1,28

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, 3:1-19. São Paulo, 1977.
- AHLGREN, C. E.; HANSEN, H. L. Some effects of temporary flooding on coniferous trees. **Journal of Forestry** 55: 647-650. 1957.
- ALVIM, P. T.; ALVIM, R. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: **Tomlinson, P. B. & Zimmermann, M. H. (eds.): Tropical Trees as Living Systems**: 445-464. Cambridge, 1964.
- ANGULO, R. J. Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. **Tese de Doutouramento**. Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. São Paulo, 1992. 334p.
- AUERBACH, M.; SHMIDA, A. Vegetation change along an altitudinal gradient on Mt. Hermon, Israel-no evidence for discrete communities. **Journal of Ecology** 81: 25-33. 1993.
- BALSLEV, H.; LUTEYN, J.; ØLLGAARD, B.; HOLM-NIELSEN, L. B. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. **Opera Bot.** 92: 37-57. 1987.
- BEARD, J. S. Climax vegetation in tropical America. **Ecology** 25(2): 127-158. 1944.
- BERG, C. C. Espécies de Cecropia da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica** 8: 149-182. 1978.
- BIGARELLA, J. J. A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná. Governo do Estado do Paraná-ADEA, 1978. 249p.
- BIGARELLA, J. J. Variações climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Bol. Paran. Geogr.** 10/15: 211-231. Curitiba, Paraná, 1964.
- BIGARELLA, J. J.; ALESSI, A. H.; BECKER, R. D.; DUARTE, G. M. Natureza dos sedimentos de fundo das baías de Paranaguá e Antonina. **Rev. Inst. de Biol. e Pesq. Tecnol.** 15: 30-33. Curitiba, Paraná, 1970.
- BLACK, G. A.; DOBZHANSKY, T.; PAVAN, C. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. **Bot. Gaz.** 111: 413-425. 1950.
- BOEGER, R. T. Adaptação morfológica e anatômica de *Polygonum spectabile* Mart. (Polygonaceae) às inundações na várzea Amazônica. **Amazoniana**, XIII (1/2): 3-11. Kiel, 1994.
- BROCK, T. M. C.; JONGERHUIS, R.; VAN DER MOLEN, P. C.; RAN, E. T. H. A comparison of the history and present state an *Alnus glutinosa* and a *Betula pubescens* dominated patch of

- wetland forest in the nature reserve "Het Molenven", The Netherlands. **Acta Botanica Neerlandica** 38: 4,425-437. 1989.
- BROWN, A. G.; HARPER, D.; PETERKEN, G. F. European floodplain forests-structure, functioning and management. **Global Ecology & Biogeography Letters** 6(3/4): 169-178. 1997.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA/Florestas, Colombo, Paraná, 1994. 639p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial. Vol. 1-O canal fluvial**. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1981. 314p.
- CLEMENTS, F. E. 1936. Nature and structure of the climax. **Journal of Ecology** 24: 252-284.
- CLEMENTS, F. E. **Plant succession. An analysis of the development to vegetation**. Carnegie Inst. Washington, Pub. 242. 1916.
- COLONELLO, G. A Venezuelan floodplain study on the Orinoco River. **For. Ecol. Manag.** 33/34: 103-124. 1990.
- CONNEL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The Am. Nat.** 111(982): 1119-1144. 1977.
- CORDES, L. D.; HUGHES, F. M. R.; GETTY, M. Factors affecting the regeneration and distribution of riparian woodlands along a northern prairie river-the Red Deer River, Alberta, Canada. **Journal of Biogeography** 24(5): 675-695. 1997.
- CRAWFORD, R. M. M. Physiological responses to flooding. In: **Pirson, A. & Zimmermann, M. H. (eds.): Encyclopedia of Plant Physiology, New Series F12B**: 453-477. New York, 1982.
- CRAWFORD, R. M. M.; TYLER, P. D. Organic acid metabolism in relation to flooding tolerance in roots. **J. Ecol.** 57: 235-244. 1969.
- DAUBENMIRE, R. **Plant communities - a textbook of plant synecology**. Harper & Row. New York, 1968.
- DEVALL, M.S. Cat Island Swamp: window to a fading Louisiana ecology. **For. Ecol. Manage.** 33/34: 303-314. 1990.
- DOING, H. The landscape as ecosystem. **Agr. Ecosystems and Environment** 63(2-3): 221-225. 1997.
- DRURY, W. H.; NISBET, I. C. T. Succession. **Journal of Arnold Arboretum** 54(3): 331-368. 1973.

- DUMONT, J. F.; LAMOTTE, S.; KAHN, F. Wetland and upland forest ecosystems in Peruvian Amazonia: Plant species diversity in light of some geological and botanical evidence. **For. Ecol. Manage.** **33/34**: 125-139. 1990.
- EMBRAPA/IAPAR **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná, Tomos I e II.** Convênio SUDESUL/EMBRAPA/IAPAR. Londrina, 1984. 791p.
- EVERETT, B. L. Use of cottonwood in an investigation of the recent history of a flood-plain. **Am. J. Sci.** **266**: 417-439. 1968.
- FERNANDES-CORRÊA, A. F.; FURCH, B. Investigations on the tolerance of several trees to submergence in blackwater (Igapó) and whitewater (Várzea) inundation forests near Manaus, Central Amazonia. **Amazoniana**, **XII (1)**: 71-84. Kiel. 1992.
- FRIEDEL, M. H.; PICKUP, G.; NELSON, D. J. The interpretation of vegetation change in a spatially and temporally diverse arid Australia landscape. **Journal of Arid Environment** **24**: 241-260. 1993.
- GENTRY, A. H. Sumarios de patrones fitogeograficos neotropicales y sus implicaciones para el desarrollo de la Amazonia. **Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas, Fis. Nat.** **16(61)**: 101-116. 1986.
- GILL, C. J. The flooding tolerance of woody species-a review. **For. Abs.** **31(4)**: 671-688. 1970.
- GLAVAC, V.; GRILLENBERGER, C.; HAKES, W.; ZIEZOLD, H. On the nature of vegetation boundaries, undisturbed flood plain forest communities as an example-a contribution to the continuum / discontinuum controversy. **Vegetatio** **101**: 123-144. 1992.
- GLEASON, H. A. The individualistic concept of the plant association. **Bul. Torrey Bot. Club** **53**: 7-26. 1926.
- GRUBB, P. J. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. **Biol. Rev.** **52**: 107-145. 1977.
- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical trees and forests. An architectural analysis.** Springer, Berlin. 1978.
- HEINSELMANN, M. L. Forest sites, bog processes and peatland types in the Glacial Lake Agassiz Region, Minnesota. **Ecol. Monogr.** **33**: 327-374. 1963.
- HODGES, J. D. Development and ecology of bottomland hardwood sites. **For. Ecol. and Manag.** **90(2/3)**: 117-125. 1997.
- HOSNER, J. F.; MINCKLER, L. S. Bottomland wood forests of southern Illinois. **Ecology** **44**: 29-41. 1963.
- HUFFMAN, R. T.; FORSYTHE, S. W. Bottomland hardwood forest communities and their relation to anaerobic soil conditions. In: **Wetlands of bottomland hardwood forests-Pro-**

- ceedings of a Workshop on Bottomland Hardwood Forest Wetlands of the Southeastern United States. J. R. Clark & J. Benforado (ed.), Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, 1981.
- HUPP, C. R. Stream-grade variation and riparian forest ecology along Passage Creek, Virginia. **Bull. Torrey Bot. Club** 109: 488-499. 1982.
- HUPP, C. R. Vegetation patterns on channel features in the Passage Creek gorge, Virginia. **Castanea** 48: 62-72. 1983.
- HUPP, C. R.; OSTERKAMP, W. R. Bottomland vegetation distribution along Passage Creek, Virginia, in relation to fluvial landforms. **Ecology** 66: 670-681. 1985.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Manual técnico da vegetação brasileira. **Série manuais técnicos em Geociências, nº1**. 1992. 92p.
- JASTER, C. Análise estrutural de algumas comunidades florestais no litoral do Estado do Paraná, na região de domínio da Floresta Ombrófila Densa - Floresta Atlântica. **Dissertação de Mestrado**. Georg August Universität Göttingen. Göttingen, 1995.
- JUNK, W. J. & PIEDADE, M. T. F. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: Species diversity and adaptations to the flood pulse. **Amazoniana**, XII (3/4): 467-484. 1993.
- JUNK, W. J. Áreas inundáveis-Um desafio para Limnologia. **Acta Amazonica** 10(4): 775-795. 1980.
- KAHN, F.; MEJIA, K. Palm communities in wetland forest ecosystems of Peruvian Amazonia. **Forest Ecol. and Manag.** 33/34: 169-179. 1990.
- KAHN, F.; MEJIA, K.; DE CASTRO, A. Species richness and density of palms in terra firme forests of Amazonia. **Biotropica** 20: 266-269. 1988.
- KEEL, S. H. K.; PRANCE, G. T. Studies of the vegetation of a white-sand black-water igapó (Rio Negro, Brazil). **Acta Amazonica** 9(4): 645-655. 1979.
- KENITIRO, S.; BIGARELLA, J. J. Ambientes de sedimentação, sua interpretação e importância-Ambiente fluvial. Ed. UFPR/ADEA, Curitiba, 1979. 183p.
- KLINGE, H.; JUNK, W. J.; REVILLA, C. J. Status and distribution of forested wetlands in tropical South America. In: **Forest Ecology and Management** 33/34: 81-101. 1990.
- KOOP, H. Vegetative reproduction of trees in some European natural bforests. **Vegetatio** 72: 103-110. 1987.
- KUNIYOSHI, Y. S. Aspectos Morfo-anatômicos do caule , raiz e folha de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC (Bignoniaceae) em diferentes fases sucessionais no litoral do Paraná. **Tese de**

- Doutoramento.** Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1993. 131p.
- LAMOTTE, S. Fluvial dynamics and succession in the lower Ucayali River Basin Peruvian Amazonia. **For. Ecol. Manage.**, **33/34**: 141-156. 1990.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: **IBGE – Geografia do Brasil, Região Sul v.2**. Ed. IBGE, 1990. p.113-150.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. BADEP/UFPR/IBPT, Curitiba, 1968. 350p.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Ed. J. Olimpio – 2ª ed. Rio de Janeiro, 1981. 450p.
- MacINTOSH, R. P. The continuum concept of vegetation. **Bot. Rev.** **33**: 130-187. 1967.
- MacKNIGHT, J. S.; HOOK, D. D.; LANGDON, O. G.; JOHNSON, R. L. 1981. Flood tolerance and related characteristics of trees of the bottomland forests of the southern United States. In: **Wetlands of bottomland hardwood forests-Proceedings of a Workshop on Bottomland Hardwood Forest Wetlands of the Southeastern United States**. J. R. Clark & J. Benforado (ed.), Elsevier Sci. Publ. Co. 1981.
- MAGURRAN, A. E. **Diversidad ecológica y su medición**. Ed. Vedral, Barcelona, 1989.
- MARGALEF, R. On certain unifying principles in ecology. **The Am. Nat. Vol. XCVII (897)**: 357-374. 1963.
- MARION, G. M.; VAN CLEVE, K.; DYRNESS, C. T. Calcium carbonate precipitation-dissolution along a forest primary successional sequence on the Tanana River floodplain, interior Alaska. **Can. J. For. Res.** **23**: 923-927. 1993.
- MARION, G. M.; VAN CLEVE, K.; DYRNESS, C. T.; BLACK, C. H. The soil chemical environment along a forest primary successional sequence on the Tanana River flood plain, interior Alaska. **Can. J. For. Res.** **23**: 914-922. 1993.
- MARTINS, F. R. Fitossociologia de florestas do Brasil: um histórico bibliográfico. **Pesquisas-Botânica** **40**: 103-164. Inst. Anchietano de Pesquisas, São Leopoldo, RS. 1989.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. 2ª Ed. UNICAMP, Campinas-SP, 1993. 246p.
- McINTOSH, R. P. H. A. Gleason-“individualistic ecologist” 1882-1975: his contributions to ecological theory. **Bull. of the Torrey Bot. Club** **102(5)**: 253-273. 1975.
- MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. **Wetlands**. Van Nostrand Reinhold. New York, 1986. 539p.
- MUELLER-DOMBOIS, E.; ELLENBERG, F. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley & Sons, New York, 1974. 547p.



- NEGRELLE, R. R. B. Sprouting after uprooting of canopy trees in the Atlantic Rain Forest of Brazil. **Biotropica** **27**(4): 449-454. 1995.
- NIXON, E. S.; WIOLLET, R. L.; COX, P. W. Woody vegetation in a virgin forest in an eastern Texas river bottomland. **Castanea** **42**: 227-236. 1977.
- ODUM, E. P. **Fundamentals of ecology**. 2nd. ed. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1969. 546p.
- PARKER, J. The effects of flooding on the transpiration and survival of some southeastern forest tree species. **Plant Physiol.** **25**: 453-460. 1950.
- PARODI, J. L.; FREITAS, D. Geographical aspects of forested wetlands in the Lower Ucayali, Peruvian Amazonia. **For. Ecol. Manage.**, **33/34**: 157-168. 1990.
- PATRICK JR., W. H. Bottomland soils. In: **Wetlands of bottomland hardwood forests-Proceedings of a Workshop on Bottomland Hardwood Forest Wetlands of the Southeastern United States**. J. R. Clark & J. Benforado (ed.), Elsevier Sci. Publ. Co., 1981.
- PIELOU, E. C. Ecological models on an environmental gradient. In: **Proceedings of International Conference of Applied Statistics** (ed. R. P. Gupta): 261-269. North Holland, Amsterdam, 1975.
- PIRES, J. M. Les écosystèmes forestiers de l'Amazonie Brésilienne: description fonctionnement et recherches nécessaires. In: **Les Écosystèmes Forestiers Tropicaux**. UNESCO, Paris, 1979. p. 660-680.
- PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. **Acta Amazonica** **10**(3): 495-504. 1980.
- PRIEDITIS, N. Vegetation of wetland forests in Latvia-a synopsis. **Annales Botanici Fennici** **34**(2): 91-108. 1997.
- RACHWAL, M. F. G.; CURCIO, G. R. Caracterização pedológica dos caxetais do litoral do Estado do Paraná - Brasil. **Rev. Scientia Florestalis**. Inst. de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF/ESALQ/USP. No prelo.
- REVILLA, J. C. Aspectos florísticos e fitossociológicos da floresta inundável (igapó) Praia Grande, Rio Negro, Amazonas, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. INPA, Manaus, 1981. 129p.
- RICHARDS, P. W. **The tropical rain forest**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1979.
- RICHARDS, P.; WILLIAMSON, G. B. Tree falls and patterns of understory species in a wet lowland tropical forest. **Ecology** **56**: 1226-1229. 1975.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil – aspectos sociológicos e florísticos**. Hucitec/EDUSP. São Paulo, 1979. 374p.

- ROBINSON, W. O. Some chemical phases of submerged soil conditions. **Soil Sci.** 30: 197-217. 1930.
- RODERJAN, C. V. O gradiente da Floresta Ombrófila Densa no Morro Anhangava, Quatro Barras, Paraná - Aspectos climáticos, pedológicos e fitossociológicos. **Tese de doutoramento**. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1994. 119p.
- RODRIGUES, W. A. Estudo preliminar de mata de várzea alta de uma ilha do baixo Rio Negro, de solo argiloso e úmido. **INPA (Bot.)** 10: 1-50. 1961.
- SALO, J.; KALLIOLA, R.; HÄKKINEN, I. MÄKINEN, Y.; NIEMELÄ, P.; PUHAKKA, M.; COLEY, P. D. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. **Nature** 322: 254-258. 1986.
- SCHNITZLER, A. Comparison of landscape diversity in forests of the Upper Rhine and the Middle Loire floodplains (France). **Biodiversity and Conservation** 5(6): 743-758. 1996.
- SEMA/SUDERHSA Qualidade das águas interiores do Estado do Paraná. **Relatório**. Curitiba, 1997.
- SILVA, F. C. Composição florística e estrutura fitossociológica da Floresta Tropical Ombrófila da encosta Atlântica no Município de Morretes-Estado do Paraná. **Dissertação de Mestrado**. Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1985.
- SILVA, S. M. Composição florística e fitossociologia de um trecho de floresta de restinga na Ilha do Mel, município de Paranaguá-PR. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas, 1990. 146p.
- STROMBERG, J. C.; TILLER, R.; RICHTER, B. Effects of groundwater decline on riparian vegetation of semiarid regions: San Pedro, Arizona. **Ecological Applications** 6: 1, 113-131. 1996.
- TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology** vol. 16(3): 284-307. 1935.
- TERBORGH, J.; FOSTER, R. B.; PERCY NUÑEZ, V. Tropical tree communities: a test of the nonequilibrium hypothesis. **Ecology**, 77(2): 561-567. 1996.
- TOCKNER, K.; SCHIEMER, F. Ecological aspects of the restoration strategy for a river-floodplain system on the Danube river in Austria. In: **Global Ecology & Biogeography Letters** 6(3/4): 321-329. 1997.
- VAN CLEVE, K.; DYRNESS, C. T.; MARION, G. M.; ERICKSON, R. Control of soil development on the Tanana River floodplain, interior Alaska. **Can. J. For. Res.** 23: 941-955. 1993.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 1991. 123p.

- WALKER, D. Direction and rate in some British post glacial hydroseres. **Studies in the Vegetation History of the British Isles**: 117-139. D. Walker & G. West (Ed.). Cambridge, 1970.
- WALKER, I. Sedimentation in the inundation forest flanking the Central Amazonian blackwater stream Rio Tarumã-mirim (Manaus, Amazonas State). **Amazoniana XIII (3/4)**: 237-243. 1995.
- WALKER, L. R.; ZASADA, J. C.; CHAPIN-III, F. S. The role of life history processes in primary succession on an Alaskan floodplain. **Ecology 67(5)**: 1243-1253. 1986.
- WEAVER, J. E.; CLEMENTS, F. E. **Ecologia vegetal**. Buenos Aires: Acme Agency, 1950. 667p.
- WHITTAKER, R. H. Classification of natural communities. **Bot. Rev. 28**: 1-239. 1962.
- WHITTAKER, R. H. **Communities and ecosystems**. The Macmillan Co., London, 1970. 162p.
- WHITTAKER, R. H. Gradient analysis of vegetation. **Biol. Rev. 1967, 49**: 207-264. 1966.
- WISHEU, I. C.; KEDDY, P. A. **Competition and centrifugal organization of plant communities: theory and tests**. 147 - 156. 1992.
- WOODWELL, G. M. Effects of pollution on the structure and physiology of ecosystems. **Science 168**: 429-433. 1970.
- WORBES, M. Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonia. **Amazoniana 9**: 459-484. 1985.
- ZOGG, G. P.; BARNES, B. V. Ecological classification and analysis of wetland ecosystems, Northern Lower Michigan, USA. **Can. J. For. Res.-Journal Canadien de la Recherche Forestiere. 25(11)**: 1865-1875. 1995.